Dezvoltări în educația STEM: STEAM, STREAM și învățarea bazată pe investigație

Lavinia-Denisa Șuteu
(coordonator)

Editori:
Lavinia-Denisa Șuteu
Roxana-Mădălina Cristea
Liliana Ciascai



Presa Universitară Clujeană

Dezvoltări în educația STEM: STEAM, STREAM și învățarea bazată pe investigație

Lavinia-Denisa Șuteu **(Coordonator)**

Lavinia-Denisa Șuteu Roxana-Mădălina Cristea Liliana Ciascai

(Editori)

Presa Universitară Clujeană

2024

Developments in STEM education: STEAM, STREAM and Inquiry-Based Learning

Lavinia-Denisa Șuteu **(Coordinator)**

Lavinia-Denisa Șuteu Roxana-Mădălina Cristea Liliana Ciascai

(Editors)

Cluj University Press

2024

Colecția *Acta Didactica*
este coordonată de Liliana Ciascai și Maria Eliza Dulamă.

Referenţi ştiinţifici:
Prof. univ. dr. Dorin Opriș
Prof. univ. dr. Marchiș-Zsoldos Iuliana

ISBN 978-606-37-2193-9

© 2024 Editorii volumului. Toate drepturile rezervate. Reproducerea integrală sau parţială a textului, prin orice mijloace, fără acordul editorilor, este interzisă şi se pedepseşte conform legii.

Universitatea Babeş-Bolyai
Presa Universitară Clujeană
Director: Codruţa Săcelean
Str. Hasdeu nr. 51
400371 Cluj-Napoca, România
Tel./fax: (+40)-264-597.401 E-mail: editura@ubbcluj.ro
http://www.editura.ubbcluj.ro

Acta Didactica **Collection**
(coord. Liliana Ciascai & Maria Eliza Dulamă)

Reviewers:
Prof. univ. dr. Dorin Opriș
Prof. univ. dr. Marchiș-Zsoldos Iuliana

ISBN 978-606-37-2193-9

© 2024 The Editors.

Universitatea Babeş-Bolyai
Presa Universitară Clujeană
Director: Codruţa Săcelean
Str. Hasdeu nr. 51
400371 Cluj-Napoca, România
Tel./fax: (+40)-264-597.401 E-mail: editura@ubbcluj.ro
http://www.editura.ubbcluj.ro

CUPRINS

CONTENT

INTRODUCERE

Impactul pe care tehnologia îl are asupra dezvoltării diverselor domenii, de la educație până la formarea și dezvoltarea profesională, este incontestabil. Inovația tehnologică are astăzi un rol extrem de important asupra societății și economiei unei țări. Aceasta contribuie în mod inedit la rezolvarea unor multitudini de probleme conexe societății contemporane (precum probleme legate de schimbările climatice). Rezolvarea problemelor inerente erei tehnologice în care trăim presupune utilizarea unor abilități complexe, solicitate tot mai mult în diverse domenii profesionale. Abordarea educațională STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) oferă o bază solidă în dezvoltarea acestor abilități complexe și implicit în dezvoltarea elevilor ca viitori profesioniști în cariere relaționate domeniilor STEM. Investigându-se impactul pe care unele inovații tehnologice îl au asupra vieții cotidiene, o multitudine de instituții valorifică abilitățile STEM ale angajaților.

Pornind de la ideea implicării cetățenilor în rezolvarea problemelor complexe ale societății, s-a conturat în acest sens o nouă abordare de cercetare care devine cunoscută sub denumirea de „știința cu participarea cetățenilor”. Implicarea societății în rezolvarea diverselor probleme științifice prespune utilizarea de abilități relaționate domeniilor STEM. Acronimul STEM a fost introdus în 2001 de Fundația Națională pentru Știință din SUA (NSF). Inițial, prin STEM se înțelegea orientarea învățământului înspre disciplinele menționate. Azi învățarea în domeniul STEM este privită ca o abordare interdisciplinară sau integrată care urmărește implicarea elevilor în procesul învățării și dezvoltarea gândirii lor pentru succesul profesional viitor. Această abordare s-a dezvoltat de la educația STEM la educația STEAM (Știință, Tehnologie, Inginerie, Artă, Matematică) și apoi STREAM (Știință, Tehnologie, Citire- Reading/Robotică, Inginerie, Artă, Matematică).

Abilitățile STREAM sunt considerate esențiale atât de cercetători cât și de profesioniști din diverse domenii, care mizează pe aceste abilități în crearea unor produse inovative necesare vieții cotidiene (Gumenykova et al., 2019). Abordarea integrată STEM și extinderile sale (STEM +) a devenit o tema de interes și formare pentru cercetătorii și practicienii din domeniul educațional. Astfel, au apărut primele instituții sau departamente ale unor instituții axate exclusiv pe cercetarea STEM în domeniul educațional. Începând cu anul 2014 apar inclusiv primele jurnale de specialitate în domeniul STEM (*International Journal of STEM Education* sau *Journal for STEM Education Research*).

Odată cu recunoașterea la nivel global a importanței educației STEM, apar primele reacții și interese și la nivel național față de acest domeniu. Astfel, în cadrul proiectului „România Educată”, elaborat în anul 2016, abordarea STEAM, care include și artele, se constituie ca domeniu prioritar de dezvoltare. Acest domeniu de dezvoltare viza stimularea implicării elevilor în activități STEAM, susținerea cadrelor didactice în dezvoltarea competențelor pedagogice relaționate domeniului STEAM și dezvoltarea infrastructurii și resurselor necesare implementării de activități de predare-învățare din domeniul STEAM (Guvernul României, 2021). Mirea și colegii (2021) arată că între anii 2010 și 2020 interesul față de educația STEM și STEAM în România s-a manifestat prin apariția de

articole, lucrări științifice și prezentări de lucrari STEM la diverse conferințe. Mai mult, aceștia au analizat frecvența de apariție a unor lucrări, articole sau cărți pe tematică STEM sau STEAM în limba română, iar rezultatele au dezvăluit existența unui număr de 2370 de astfel de lucrări, începând cu anul 2017.

În România deși există interes față de abordarea educațională STEM/ STEAM/ STREAM, inexistența unor ghiduri metodologice sau programe școlare pe această temă îngreunează implementarea eficientă a acestui tip de educație în școlile din România. Deși educația STEM poate fi implementată cu succes încă din perioada preșcolarității, realitatea ne arată că acest lucru nu se întâmplă, cu excepția unui număr redus de opționale STEM oferite în câteva școli. Câteva dintre motivele care pot explica dificultatea cu care este implementată educația STEM în România la nivel primar și preșcolar sunt resursele financiare reduse pentru activități STEM și insuficiența cursurilor de formare pentru cadrele didactice în domeniul educației STEM.

Informațiile anterioare se constituie într-un argument puternic pentru publicarea unui volum care abordează tematica educației STEM / STEAM / STREAM la nivelul învățământului preșcolar și primar. Volumul debutează cu un capitol despre importanța alfabetizării științifice în contextul vieții personale și profesionale actuale (**Capitolul 1**), evidențiind o serie de strategii și modele instrucționale utile cadrelor didactice interesate de promovarea alfabetizării științifice la preșcolari și la elevi de învățământ primar. După o prezentare globală a perspectivelor teoretice asupra competențelor științifice din literatura de specialitate, autorii ne prezintă nivelele funcționale ale alfabetizării științifice, cu care cadrele didactice se pot familiariza pentru a le putea identifica la preșcolarii și elevii cu care lucrează. Metoda științifică în practica didactică presupune anumite etape care sunt prezentate și descrise în acest prim capitol. Finalul capitolului 1 abordează tematica educației științifice a elevilor prin intermediul a două modele care pot fi implementate în cadrul unui demers educațional organizat: modelele instrucționale 5E și 7E.

În contextul actual al importanței alfabetizării științifice în dezvoltarea personală și profesională, abordarea integrată STEM devine tot mai cunoscută atât printre cercetătorii interesați de acest domeniu, cât și printre practicieni (profesori din cadrul învățământului preșcolar și primar, persoane cu rol în elaborarea de politici și documente educaționale). Astfel, în **Capitolul 2** sunt analizate aspecte relevante educației STEM, cititorul devenind familiar cu ceea ce înseamnă educația STEM la nivelul învățământului preșcolar și primar și modul în care aceasta a evoluat înspre educația de tip STEAM și STREAM. Evoluția conceptului STEM spre STEAM și STREAM este detaliată în capitolul 2 al volumului, în care ni se prezintă un model ciclic al educației STREAM. Capitolul abordează și problematica dezvoltării competențelor STREAM la profesorii și studenții viitori profesori din învățământul preșcolar și primar, fiind prezentate componentele esențiale ale predării STEAM și un model conceptual al acestei educații, care să ofere suport sau să ghideze practicile de predare ale profesorilor.

Începând cu al treilea capitol, volumul de față abordează tematici punctuale relaționate educației STREAM, una dintre acestea fiind implementarea roboticii educaționale LEGO în învățământul primar (**Capitolul 3**). Introducerea roboticii în mediul

educațional școlar reprezintă o realitate de necontestat care, subliniază autoarea, are un impact pozitiv asupra procesului de învățare în general și asupra dezvoltării abilităților de rezolvare de probleme ale elevilor. Parcurgând acest capitol, cititorii devin familiari cu modelul TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge), care facilitează dezvoltarea gândirii computaționale a elevilor și integrarea tehnologiilor educaționale în abordarea diverselor conținuturi școlare. În scopul dezvoltării gîndirii computaționale a elevilor, profesorii pot utiliza kitul LEGO® Education SPIKE™ Essential a cărei interfață și funcții sunt descrise în acest capitol. Setul LEGO® Education SPIKE™ permite profesorului să ofere elevilor din învățământul primar experiențe de învățare interdisciplinare și atractive, în care sunt încurajați să utilizeze cunoștințe din domeniul matematicii, științei, tehnologiei sau ingineriei în timp ce construiesc și programează roboți.

Dezvoltarea educației tehnologice și a roboticii nu sunt singurele abordări cu impact pozitiv asupra procesului instrucțional. Experiențele de învățare de tip gamificare pot fi excelent integrate în educația bazată pe STEM. **Capitolul 4** al volumului de față tratează relația educație STEM-gamificare, familiarizând cititorul cu literatura de specialitate care abordează această tematică.

Educația STREAM poate fi ușor relaționată învățării bazate pe proiect (PjBL) (**Capitolul 5**), capitolul 5 abordând astfel tematica integrării educației STREAM în cadrul învățării bazate pe proiect. După o prezentare succintă a fundamentelor teoretice care stau la baza învățării bazate pe proiect și a factorilor care diferențiază această abordare de simpla includere a proiectului într-o unitate tipică de predare- învățare, autoarele trec în revistă criteriile care disting învățarea bazată pe proiect de alte două abordări bine cunoscute în literatura de specialitate: proiectul și învățarea bazată pe investigație. Etapele învățării bazate pe proiect sunt prezentate în continuarea capitolului, fiind excelent ilustrate printr-o aplicație care ne prezintă modul în care PjBL poate fi integrată în cadrul educației STREAM.

Capitolul 6 abordează învățarea bazată pe investigație (IBL) și STREAM în predarea matematicii la ciclul primar. După prezentarea demersului didactic general specific formării conceptelor matematice, autoarea prezintă structura generală a unei activități de învățare care implică STEM și IBL, personalizând apoi această structură la un model matematic specific: șirul lui Fibonacci. Utilizând un model de învățare prin investigație în cinci etape, autoarea exemplifică excelent modul în care demersul STEM (și extensiile STEAM și STREAM ale acestuia, numite în volumul da față STEM+) poate fi integrat cu IBL în cazul subiectului abordat: „Șirul lui Fibonacci".

Integrarea IBL cu educația STEM+ este abordată și în cadrul **Capitolului 7**. Autorii capitolului intitulat *Investigația (Inquiry) în abordările integrate STEM, STEAM și STREAM* prezintă cititorilor atât aspecte teoretice referitoare la IBL, cât și exemple practice. După introducerea cititorului în cadrul teoretic al învățării bazate pe investigație, autorii realizează conexiuni între aceasta și abordările STEM+. În finalul capitolului autorii ne prezintă trei exemple de bune practici. Primul ilustrează cum poate fi integrată învățarea bazată pe investigație (IBL) în cadrul educației STEM+. Al doilea exemplu este relaționat

domeniului științelor naturii, în timp ce ultimul exemplu prezintă modul în care profesorii pot integra un model specific al învățării bazate pe investigație (ciclul 5E) în cadrul domeniilor STEM+.

Integrarea IBL cu educația STEM+ este analizată și în **Capitolul 8**. În acest capitol, autoarele prezintă modul în care profesorii pot realiza conexiuni între IBL, STREAM şi abilitățile de reflecție ale elevilor sau învățarea bazată pe reflecție. Aplicația prezentată în finalul capitolului utilizează ciclul 5E ca model de achiziție a cunoștințelor și presupune aplicarea abilităților STREAM în cadrul învățării bazate pe investigație. Utilizând modelul ciclic de învățare 5E, profesorii devin familiari cu realizarea unei marionete din hârtie, în format 3D, utilizând competențe STREAM în cadrul învățării bazate pe investigație (IBL).

Dezvoltarea abilităților STREAM ale elevilor prin activități experimentale reprezintă o temă de interes nu doar pentru practicienii din domeniul educațional, ci și pentru cercetători. Această temă este abordată în **Capitolul 9** al volumului de față. Autoarea acestui capitol ne prezintă o serie de proiecte educative care au ca scop dezvoltarea competențelor STREAM ale elevilor din învățământul primar. Cititorul găsește în acest capitol trei proiecte educative pentru ciclul achizițiilor fundamentale și două pentru dezvoltarea unor competențe cheie precum alfabetizare, competențe cetățenești, personale, sociale și de a învăța să înveți și, desigur, competențe în domeniul științei, tehnologiei, ingineriei și matematicii. Cadrelor didactice le sunt puse la dispoziție o serie de resurse utile (linkuri, fișe de lucru) care pot fi utilizate cu aplicabilitate la conținutul curriculumului românesc.

Capitolul 10 are la bază exemple de bune practici privind integrarea STEM/ STEAM/ STREAM+ CIG la nivelul învățământului primar prin intermediul proiectelor în serviciul comunității. Argumentând importanța și necesitatea dezvoltării și implementării proiectelor de activitate integrate, autoarea prezintă două modele de proiectare educațională pentru niveluri diferite de vârstă. Primul model este aplicabil ciclului de achiziții fundamentale, respectiv primilor trei ani ai învățământului primar, propunând elevilor descoperirea lumii alături de Paxi. Al doilea proiect educațional urmărește dezvoltarea unor competențe specifice ciclului de dezvoltare, mai precis claselor a III-a și a IV-a. Autoarea acestui capitol subliniază importanța colaborării cu actori cheie din domeniile STREAM, în vederea facilitării demersurilor de rezolvare de probleme propuse de elevi și a evidențierii importanței pe care o au abilitățile STREAM dobândite în context școlar în viața de zi cu zi.

Educația STEM+ presupune utilizarea și dezvoltarea abilităților de gândire creativă pe parcursul proiectării și implementării activităților de tip integrat. **Capitolul 11** abordează relația dintre educația STEM/ STEAM/ STREAM și predarea creativă, în contextul învățământului primar. Trecând succint în revistă caracteristicile conceptului de creativitate, a profesorului creativ și a predării creative, autoarea prezintă un proiect de activitate didactică de tip STREAM prin intermediul căruia cadrele didactice pot valorifica abilitățile creative ale elevilor.

Educația de tip STEM+ implică utilizarea diferitelor tehnologii care pot fi integrate în cadrul laboratoarelor de tip STEM. Ultimul capitol al volumului de față (**Capitolul 12**) abordează exemple de bune practici privind dezvoltarea unui laborator STEM. Urmărind etapele fundamentale specifice Managementului de proiect, capitolul 12 ne prezintă aspecte din proiectul “STEM rEvo-DUCATION – Revoluționarea și dezvoltarea educației gimnaziale STEM”, prin care autoarea exemplifică pașii cheie necesari proiectării unei cereri de finanțare pentru un laborator de tip STEM.

Lavinia-Denisa Șuteu

CAPITOLUL 1. **ALFABETIZAREA ȘTIINȚIFICĂ**

Lavinia-Denisa ȘUTEU
Liliana CIASCAI

1.1. Alfabetizarea științifică. Precizarea conceptului.

Alfabetizarea științifică este foarte importantă astăzi, dacă luăm în considerare rolul pe care știința îl are în viața de zi cu zi. Astfel, a învăța și a avea cunoștințe și competențe științifice este ceva necesar pentru toți elevii, nu doar pentru aceia care aleg să urmeze o carieră în domeniul științific. Câteva dintre aspectele esențiale ale vieții cotidiene relaționate științelor sunt: necesitatea capacității de inovare la locul de muncă, rezolvarea diverselor probleme personale sau sociale (rezolvarea acestor probleme implică componente legate de știință și tehnologie) și rolul extins al științelor în tot mai multe domenii importante pentru om (de ex., sport sau artă) (Ogunkola, 2013). De asemenea, alfabetizarea științifică este corelată cu bunăstarea economică (Laugksch, 2000; Ogunkola, 2013), având astfel un rol esențial în viața fiecărui individ. Ca urmare, au apărut termeni care ilustrează această evoluție a științei, precum cultura științifică și tehnologică («la culture scientifique et technologique» în literatura francofonă) (Holbrook & Rannikmae, 2009).

Alfabetizarea științifică reprezintă o competență cheie alături de competențe precum: comunicarea în limba maternă, comunicarea în limbi străine, competența digitală, competența de a învăța să înveți, competențe sociale și civice, spirit de inițiativă și antreprenoriat, sensibilizare și exprimare culturală (Mândruț et al., 2012). În curriculumul pentru educație timpurie, ciclul achizițiilor fundamentale include în programa de Matematică și explorarea mediului (2013) următoarele competențe generale:

(1) utilizarea numerelor în calcule elementare;

(2) evidențierea caracteristicilor geometrice ale unor obiecte localizate în spaţiul înconjurător;

(3) identificarea unor fenomene/ relații/ regularități/ structuri din mediul apropiat;

(4) generarea unor explicații simple prin folosirea unor elemente de logică;

(5) rezolvarea de probleme pornind de la sortarea şi reprezentarea unor date;

(6) utilizarea unor etaloane convenționale pentru măsurări şi estimări (MEN, 2013).

Programa școlară pentru disciplina de Științe ale naturii pentru clasele a III-a și a IV-a (2014) indică următoarele competențe generale necesar a fi dezvoltate elevilor la disciplina Științe ale Naturii:

(1) explorarea caracteristicilor unor corpuri, fenomene şi procese;

(2) investigarea mediului înconjurător folosind instrumente şi procedee specifice;

(3) rezolvarea de probleme din viaţa cotidiană valorificând achiziţiile despre propriul corp şi despre mediul înconjurător (MEN, 2014).

Definirea și stabilirea componentelor alfabetizării științifice nu este ușor de realizat datorită faptului că știința evoluează constant (Ogunkola, 2013). Hurd (1998) și Deboer (2000, citat în Costa et al., 2021) situează apariția conceptului *scientific literacy* în literatura domeniului acum patru decade. În acest interval de timp s-au elaborat o multitudine de definiții ale alfabetizării științifice în literatura de specialitate.

Organizația pentru Cooperare și Dezvoltare Economică (Organisation for Economic Co-operation and Development - OECD) definește alfabetizarea științifică prin referire la componentele sale:

(i) cunoștințele științifice ale unui individ;
(ii) utilizarea cunoștințelor pentru a identifica întrebări, a dobândi cunoștințe noi, a explica fenomene științifice și a trage concluzii bazate pe dovezi cu privire la problemele legate de știință;
(iii) înțelegerea trăsăturilor caracteristice științei ca metodologie de cunoaștere/ cercetare;
(iv) atitudine implicată și reflectivă vizavi de problemele științei și față de influențele științei și tehnologiei asupra mediului (material, intelectual, cultural, economic și social) (OECD, 2006, 2014).

Unul dintre cadrele teoretice referitoare la alfabetizarea științifică aparține lui BouJaoude (2002) care stabilește patru componente ale acesteia și care se regăsesc și la American Association for the Advancement of Science (AAAS, 1993) și OECD (2006):

- *Cunoștințe din și despre științe*. Prima categorie include cunoștințe din domeniul științei (fapte, concepte, principii, legi, ipoteze, teorii și modele științifice), iar cea de a doua, cunoștințe privind modul în care știința operează și realizează aprofundarea cunoașterii umane. Ambele categorii de cunoștințe valorizează și operează cu întrebări menite să conducă la construirea de cunoștințe noi, la generarea de explicații, la formularea de concluzii bazate pe dovezi.
- *Natura investigativă a științei* privește în principal înțelegerea trăsăturilor caracteristice ale științei ca sistem de metode de cunoaștere și cercetare. Știința utilizează metode și procese specifice: observația, clasificarea, măsurarea, deducerea, înregistrarea și analiza datelor, utilizarea graficelor, tabelelor, diagramelor și realizarea de experimente.
- *Știința ca modalitate de cunoaștere*. Pentru a sprijini înțelegerea rolului științei în dezvoltarea societății (în construirea cunoștințelor științifice și în munca oamenilor de știință) trebuie asigurată: dezvoltarea gândirii critice și științifice, a reflecției, a raționamentelor specifice științei; cunoașterea naturii empirice a cunoașterii științifice; înțelegerea importanței asigurării obiectivității în cercetare și a raportării la dovezi în formularea concluziilor; înțelegerea rolului întrebărilor, modelelor, ipotezelor, predicțiilor în știință; înțelegerea modului în care oamenii de știință (con)lucrează pentru dezvoltarea și aprofundarea cunoașterii lor.
- *Interacțiunea dintre științe, tehnologie și societate* și *Impactul științei asupra societății* implică, ambele, conștientizarea modului în care domeniile menționate (individual sau în interrelațiile care se stabilesc între ele) influențează mediul de viață, cogniția, cultura și societatea în general. Impactul științei asupra societății privește

implicațiile acesteia asupra vieții personale și sociale, asupra economiei (carierele în știință) și societății (probleme sociale legate de știință) inclusiv asupra problemelor morale și etice legate de știință.

OECD (2006) apreciază că o persoană alfabetizată științific este capabilă să folosească cunoștințele, raționamentele și metoda (de cercetare) științifică atât în scopuri personale, cât și sociale, pentru a rezolva problemele zilnice și pentru a-și îmbunătăți viața. De asemenea, manifestă disponibilitate pentru a se familiariza cu ideile științei și a se angaja în probleme legate de știință (ibid).

Orice încercare de definire a alfabetizării științifice este tributară la două perspective majore (Holbrook și Rannikmae, 2009):

(i) Cunoștințele științifice sunt esențiale (în sine).

(ii) Alfabetizarea științifică trebuie relaționată cu utilitatea sa pentru societate.

Conform celor două perspective asupra definirii alfabetizării științifice, ar fi necesară introducerea în școli a două discipline: una care pune accent pe știință și, deci, pregătește oameni de știință (teoreticieni ai științei), și alta care pregătește specialiști în domeniul științelor naturii, cu competențe în rezolvarea problemelor relaționate științei. Această abordare duală în cazul alfabetizării la științe poate avea un impact esențial în politicile educaționale publice și ar merita abordată și de către cercetătorii interesați de domeniu.

Alfabetizarea științifică este graduală, astfel că nu spunem despre un elev că este sau nu este alfabetizat la științe, ci că are un anumit nivel al alfabetizării. Această distribuire pe nivele în cazul alfabetizării la științe este regăsită în multe studii și publicații de specialitate pe această temă.

Perspectiva asupra competențelor științifice se modifică și ea. Un exemplu în acest sens este oferit de OECD care în testarea PISA 2006 (Programme for International Student Assessment) operează cu următoarele trei competențe științifice:

C1. Identificarea problemelor științifice.

C2. Explicarea științifică a fenomenelor.

C3. Folosirea dovezilor științifice.

Identificarea problemelor științifice implică documentarea facilitată de folosirea unor cuvinte-cheie; identificarea problemelor rezolvabile printr-un demers științific; recunoașterea caracteristicilor metodei științifice.

Explicarea științifică a fenomenelor presupune identificarea și utilizarea descrierilor, explicațiilor și a predicțiilor în studiul/ investigarea unui fapt științific, fenomen sau proces.

Folosirea dovezilor științifice solicită identificarea și utilizarea dovezilor pentru fundamentarea concluziilor și dezvoltarea raționamentului respectiv pentru reflecția asupra rezultatelor științei (OECD, 2006, p. 29).

PISA 2018 a utilizat un sistem de cunoștințe care a inclus competențele științifice, cunoștințele procedurale și cunoștințe epistemice. Competențele științifice au fost tot în număr de trei, dar fiecare dintre acestea au fost gândite din două perspective: a celui care

studiază întrebări și texte științifice, și a celui implicat în explorarea întrebărilor cu care se confruntă.

Competențele științifice conform PISA 2018 sunt următoarele:

C1. Identificarea problemelor științifice.

C2. Evaluarea și proiectarea investigațiilor științifice.

C3. Interpretarea științifică a dovezilor și datelor.

Explicarea științifică a fenomenelor se referă la aplicarea cunoștințelor științifice, identificarea, utilizarea și generarea de modele explicative (ipoteze, previziuni, predicții) și evaluarea acestora, explicitarea implicațiilor științei pentru societate, evaluarea aplicațiilor și explicațiilor.

Evaluarea și proiectarea investigațiilor științifice presupune identificarea de întrebări în studii și a unor întrebări care pot face obiectul unor investigații, evaluarea, respectiv, propunerea unor modalități de explorare a întrebărilor, descrierea și evaluarea strategiilor de asigurare a fiabilității datelor, respectiv, a obiectivității interpretărilor.

Interpretarea științifică a datelor și dovezilor: implică transformarea datelor în reprezentări adecvate scopurilor propuse, analiza și interpretarea datelor și formularea concluziilor, identificarea ipotezelor, dovezilor și raționamentelor în texte științifice, diferențierea și evaluarea argumentelor științifice și a dovezilor în baza surselor la care fac referire (OECD, 2019, p. 104-105).

Privite din perspectiva mai sus prezentată competențele științifice utilizate în testarea PISA 2018 sunt mult mai complexe decât cele utilizate la testarea precedentă (2006).

Lista de cunoștințe utilizate în testarea PISA 2018 a inclus:

- un set *cunoștințe procedurale*: măsurare variabile și controlul variabilelor, colectarea datelor prin tabele și diverse reprezentări grafice, modalități de asigurare a replicabilității și acurateței măsurătorilor, stabilirea designului de cercetare adecvat problemei studiate și utilizarea studiilor controlate randomizate (OECD, 2019, p. 107).
- un set de *cunoștințe epistemice* privind: (i) construcțiile și trăsăturile definitorii ale științei (faptele, ipotezele, modelele, teoriile, concluziile, scopurile și valorile științei, raționamentul, pattern/ tipare, metode de cunoaștere științifică, utilizarea și rolul modelelor fizice, modele de sistem și limitele acestora); (ii) rolul acestor constructe și caracteristici în justificarea cunoștințelor produse de știință (fundamentarea afirmațiilor științifice pe date și raționament), proiectarea demersurilor investigative (observații, experimente controlate, studii corelaționale etc.) și asigurarea unui grad înalt de încredere în rezultate (OECD, 2019, p. 108).

Competențele științifice sunt ierarhizate în baza complexității lor. Koballa și colegii (1997, citați în BouJaoude, 2002) stabilesc șapte nivele ale competențelor științifice. Alți cercetători precum Bybee (1997a citat în Costa et al., 2021), Osborne și Dillon (2008) sau Wolfensberger și colaboratorii, (2010) definesc cinci nivele funcționale ale alfabetizării științifice și tehnologice (*Figura 1.1.*):

- *Lipsa alfabetizării științifice sau tehnologice*: persoana este incapabilă să recunoască, să înțeleagă probleme și subiecte științifice și tehnologice. De asemenea, nu

poate să formuleze probleme/ întrebări respectiv să prezinte subiecte științifice/ tehnologice.

o *Alfabetizare științifică și tehnologică nominală*: persoana este capabilă să recunoască probleme/ întrebări/ subiecte științifice și tehnologice fără să înțeleagă/ să înțeleagă minimal conținutul acestora. În plus, cunoștințele sale includ concepții alternative și idei/ explicații naive.

o *Alfabetizare științifică și tehnologică funcțională*: persoana cunoaște, înțelege și utilizează vocabularul științific și tehnologic, dar explicațiile pe care le oferă sunt în afara contextului.

o *Alfabetizarea științifică și tehnologică, procedurală și procesuală*: persoana înțelege relațiile componente- întreg de la nivelul unei discipline și relațiile între discipline. Posedă, înțelege și utilizează toată varietatea cunoștințelor (declarative, procedurale și contextuale) și ca urmare, poate rezolva probleme științifice.

o *Alfabetizarea științifică și tehnologică multidimensională*: persoana are o înțelegere holistică asupra domeniilor științei și tehnologiei, a relațiilor dintre acestea și cu societatea. Poate face conexiuni interdisciplinare și apreciază și susține educația științifică și rolul acesteia pentru societate.



Figura 1.1. Nivelele alfabetizării științifice și tehnologice (după Costa et al., 2021, p. 201)

Dragoș și Mih (2015), raportându-se la sistemul educațional românesc, argumentează că procesul prin care un elev devine alfabetizat la științe implică două dimensiuni esențiale: (1) dimensiunea curriculară și (2) dimensiunea metodologică.

Curriculumul școlar, prin prevederile sale, organizează procesul de cunoaștere științifică a elevilor care conduce la achiziția cunoștințelor declarative (a ști ce), procedurale (a ști cum) și condiționale (a ști unde și când). Cunoștințele declarative studiate de elevi la vârsta școlară includ: a) fapte și fenomene științifice, concepte și principii; b) vocabularul științific, terminologia și convențiile utilizate în știință; c) instrumente, aparate și tehnici de investigare și măsură, și d) aspecte privind securitatea muncii. Cunoștințele procedurale (orientate spre proces), studiate prin curriculumul școlar, solicită dezvoltarea abilităților științifice precum: observarea, compararea, clasificarea, inferențierea, formularea de ipoteze, formularea de predicții, analiza, generarea de

alternative, evaluarea, utilizarea aparatelor și echipamentelor și comunicarea. Aceste abilități fundamentează procesele cognitive științifice studiate: rezolvarea de probleme, proiectarea și modelarea, construirea conceptelor, schimbarea conceptuală, luarea deciziilor și raționamentele inductiv, deductiv, cauzal și analogic (Yaşar, 2022). Achizițiile științifice menționate sunt relaționate cunoașterii contextuale, care include și aplicațiile. Atitudinile și valorile caracteristice omului de știință și necesar a fi formate și dezvoltate elevilor sunt: mintea deschisă, curiozitatea, integritatea, onestitatea (în înregistrarea și interpretarea datelor), responsabilitatea, obiectivitatea, precizia, asumarea riscului, respingerea prejudecăților, respectul pentru paradigme și pentru cunoașterea teoretică și explicația științifică (respingerea superstiției), acceptarea naturii provizorii a explicațiilor științifice, tolerarea incertitudinii, perseverența, scepticismul, disponibilitatea de a accepta alte opinii, convingerea că problemele pot fi soluționate, valorizarea determinismului (cauzal) și a empirismului pentru rolul lor în evoluția cunoașterii științifice, valorizarea matematicii ca limbaj al științei și respectarea normelor de etică științifică (adaptare după Gauld & Hukins, 1980).

Studiul științelor naturii în Romania începe cu inițierea preșcolarilor în caracteristicile structurale și funcționale ale lumii înconjurătoare, continuă la nivelul învățământului primar cu disciplinele Matematică și explorarea mediului respectiv Științe ale naturii pentru ca apoi, în învățământul gimnazial, liceal și vocațional să se concentreze asupra disciplinelor: Fizică, Chimie, Biologie etc. La Matematică unul dintre dezideratele urmărite se referă la necesitatea de a evidenția importanța matematicii pentru viață și de a-i face pe elevi conștienți de aplicabilitatea practică a conținuturilor matematice studiate în școală (Magdaș, 2022, p. 205).

1.2. Metoda științifică (natura științei) și utilizarea ei în practica didactică

Strategiile de cunoaștere științifică au la bază un set de procese științifice:

- *observația*: interacțiunea directă cu obiectul observației, prin intermediul celor cinci simțuri sau prin intermediul unor instrumente: lupă, microscop, metru, multimetru etc. Observațiile pot fi empirice, sistematice, orientate, cu sau fără manipularea obiectului observației. Pentru a dezvolta abilitățile elevilor de a face observații se impune: crearea condițiilor necesare ca aceștia să utilizeze cât mai multe simțuri; observarea nu doar a obiectelor statice, ci și a unor obiecte în mișcare sau care suferă schimbări, respectiv, a unor evenimente, fenomene sau procese; folosirea de materiale și obiecte având caracteristici diferite (chiar contrastante în cazul elevilor mici); descrierea de către profesor și elevi a constatărilor/ observațiilor în moduri cât mai variate: în cuvinte, prin gestică, prin tabele, prin desene, numeric, grafic etc., solicitarea elevilor de a face observații și în afara sălii de clasă și includerea acestora într-un jurnal (observarea reflexiei sau refracției luminii acasă, observarea modului de hrănire a unor animale, observarea transformărilor pe care le suferă florile din apropierea domiciliului elevului într-un interval de timp etc.)
- *clasificarea*: gruparea sau sortarea obiectelor/ fenomenelor în funcție de caracteristicile/ proprietățile/ calitățile observabile ale acestora. Sortarea/ clasificarea se va face în cazul elevilor mici în baza unei singure proprietăți/ caracteristici; elevii mai mari

pot clasifica obiectele/ fenomenele în baza a două sau mai multe caracteristici. Spre exemplu, elevii pot identifica (și grupa) specii de animale sălbatice din țara noastră care hibernează: urşii, melcii, ariciul, iar dintre insecte, bondarul.

- *măsurarea*: compararea unei cantități necunoscute cu un standard, în condiții date care să asigure precizia măsurării. Spre exemplu, pentru a fi exactă o măsurare trebuie realizată într-un interval de temperatură, citirea indicațiilor se face perpendicular pe gradație etc.;
- *inferența și deducția*: inferența este procesul de formulare a unei idei sau concluzii prin raționament, pe baza unor fapte sau dovezi, iar deducția este formularea unei concluzii logice bazate pe premise considerate/ dovedite a fi adevărate. O inferență este, spre exemplu, următoarea: "animalele de pe fundul râurilor sau lacurilor nu îngheață iarna pentru că temperatura rămâne constantă la +4°C", iar o deducție poate fi "prin frecare corpurile trec din stare neutră în stare de electrizare pentru că primesc sau pierd sarcini electrice".
- *ipoteza și predicția*: ipoteza reprezintă o explicație/ idee referitoare la modul în care se desfășoară un fapt/ fenomen sau proces și care poate fi testată prin experiment. O predicție spune ce se va întâmpla dacă ipoteza este corectă. Dacă ipoteza formulată este "viteza de evaporare este mai mare dacă suprafața de evaporare e mai mare" atunci predicția verificată experimental este: dacă același volum de lichid este turnat în vase cu suprafețe de evaporare diferite, atunci volumul de lichid aflat în vasul cu suprafața de evaporare mai mare se evaporă mai repede.
- *variabila*: factor sau o condiție care intervine în procesul testării. Variabilele pot fi manipulate (variabila independentă), pot suferi un efect (variabila dependentă) sau nu se schimbă (variabile constante). În procesul testării se realizează astfel controlul variabilelor. Spre exemplu, se testează dacă alungirea absolută (variabila dependentă) a unui fir metalic de aluminiu (variabila constantă) crește cu temperatura (variabila independentă).
- *experimentul*: acțiunea de a manipula variabile pentru a stabili relația dintre acestea. Spre exemplu, se poate testa experimental dependența ratei de germinare a semințelor de iarbă de temperatura aerului și solului, de umiditatea solului, de vârsta și calitatea semințelor etc.
- *includ observația (orientată, sistematică), experimentul, explorarea, investigația (inquiry), problematizarea, rezolvarea de probleme, modelarea*.

Metoda experimentală (numită în literatura anglofonă "metoda științifică" sau "natura științei") include următoarele demersuri:

- identificarea și/sau formularea unei întrebări/ probleme;
- colectarea datelor prin observație și/ sau explorare și elaborarea pe baza acestora a unui model explicativ;
- formularea ipotezei/ ipotezelor și a predicțiilor derivate din ipoteză;
- testarea ipotezei/ ipotezelor prin observație experimentală sau experiment, colectarea, procesarea și analiza datelor;
- formularea concluziilor;
- comunicarea/ împărtășirea cunoștințelor noi.

Acestea sunt grupate în etape ale unui ciclul în măsură să construiască explicații și să le rafineze (*Figura 1.2.).*

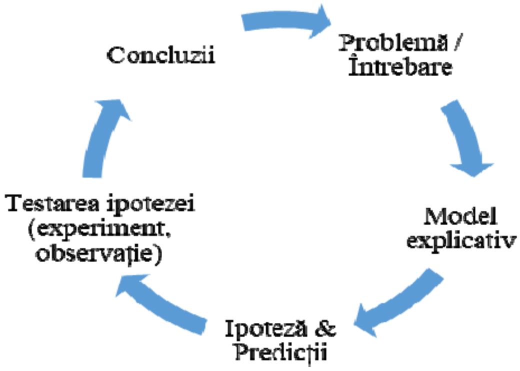


Figura 1.2. Metoda științifică (natura științei)

În practica didactică metoda științifică poate fi condusă prin întrebări:

o *Identifică o provocare (problemă care provoacă interes/ curiozitate)*: Ce fapte/ fenomene se manifestă în jurul tău? Respectiv, ce fapte/ fenomene îți amintești că ai întâlnit și care te-au nedumerit/ interesat? Pot constitui ele punctul de plecare în formularea unei întrebări/ probleme? Spre exemplu, elevul a constatat că paiul din paharul cu limonadă pare frânt, sau cunoaște proverbul "Apele limpezi sunt adânci" și vrea să știe ce mesaj transmite acesta.

o *Formulează o întrebare*: În ce condiții ai constatat că apare problema? Din ce cauză apare problema? Este întrebarea/ problema reală? Poate fi ea investigată? Spre exemplu, elevul a observat că obiectele par deformate dacă se găsesc/ sunt privite prin alte medii (apă, sticlă, plastic). El atribuie acest efect trecerii luminii dintr-un mediu în altul. Se întreabă de ce pare paiul frânt și ce vrea să transmită proverbul "Apele limpezi sunt adânci".

o *Avansează explicații posibile*: Ce răspunsuri suportă întrebarea/ problema? Există mai multe răspunsuri posibile? Exemple de răspunsuri: paiul pare frânt pentru că lumina trece dintr-un mediu în alt mediu. Proverbul vrea să spună: a) ca să fie limpezi apele trebuie să fie adânci; b) apele limpezi sunt mai adânci decât par pentru că raza de lumină care provine de la un obiect aflat pe fundul vasului este deviată la trecerea din apă în aer. Imaginea obiectului se formează mai aproape de suprafața apei (mai sus).

o *Formulează o ipoteză*: Care din răspunsurile formulate poate constitui o explicație plauzibilă? Care este cea mai probabilă? Poate fi răspunsul testat (prin observație experimentală sau experiment)? Explicația selectată (ipoteza) este ultima: dacă raza de lumină trece dintr-un mediu dens optic în altul mai dens optic atunci ea se apropie de normala la suprafață în punctul de incidență).

o *Fă o predicție*: Ce rezultat vă așteptați să obțineți dacă ipoteza este corectă? Predicția formulată de elev este următoarea: cu cât mediul al doilea e mai dens optic cu atât unghiul de refracție e mai mic (pentru un unghi de incidență dat).

o *Testează ipoteza prin experiment*: Care sunt variabilele care trebuie luate în considerare (controlate, independentă, dependentă)? Ce date ai colectat? Cum ai prelucrat și sistematizat datele ca să fie ușor de interpretat? Experimentul presupune utilizarea următoarelor materiale: un vas cu apă (n=1.33), un paralelipiped din sticlă, un pahar cu ulei de măsline (n= 1.47), un laser și un raportor. Variabilele sunt următoarele: densitatea optică a mediului de refracție (variabila dependentă), valoarea unghiului de refracție (variabila independentă) și valoarea unghiului de incidență (variabila controlată). Se va întocmi un tabel cu următorul cap de tabel: unghiul de incidență, mediul de refracție (apă, sticlă) și unghiul de refracție.

o *Analizează rezultatele*: La ce concluzie conduc datele obținute? Este concluzia bazată pe dovezi (date, fapte)? Susțin rezultatele obținute ipoteza formulată? Concluzia susține ipoteza formulată.

o *Discută rezultatele, reflectează și formulează concluzii*: Ipoteza formulată a fost corectă? Dacă nu, de ce? Poți repeta experimentul? Ipoteza poate fi reformulată ca legea a doua a refracției luminii. Ipoteza permite explicarea faptelor: paiul din paharul de limonadă pare frânt, apele limpezi sunt mai adânci decât par.

1.3. Educația științifică a elevilor

Dezvoltarea gândirii și abilităților științifice ale elevilor trebuie realizată în cadrul unui demers organizat, cât mai apropiat de cel al omului de știință (Ciascai et al., 2023). În acest scop Bybee & Landes (1990) respectiv Bybee și colaboratorii (2006) sugerează utilizarea ciclului 5E (*Figura 1.3.),* un model instrucțional dezvoltat ulterior ca ciclul 7E.

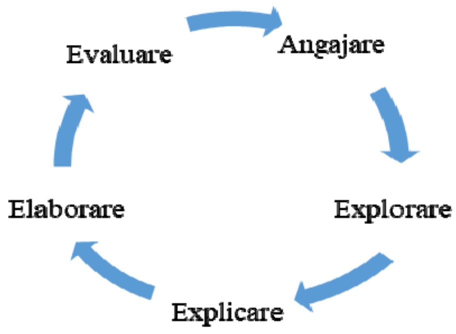


Figura 1.3. Ciclul instrucțional 5E

o Etapa *Angajării* are ca scop aprecierea cunoștințelor inițiale, diagnosticarea lacunelor și ideilor naive ale elevilor și provocarea interesului pentru tema studiată. Elevii adresează întrebări deschise și încearcă să modeleze conținutul acestora pentru a-l înțelege mai bine. Să presupunem că tema studiată este "Formarea imaginilor în oglinzi". Provocarea interesului elevului pentru temă se poate face și solicitându-i să adreseze întrebări din experiența lor de viață, referitoare la formarea imaginilor în oglinzi. O asemenea întrebare este: Ce este "unghiul mort" al unei oglinzi retrovizoare?

- În etapa *Explorării* elevii au la dispoziție materiale de studiu, vin în contact cu fenomene și fapte științifice. Explorarea nu presupune existența *prealabilă* a unei ipoteze, predicții sau explicații de testat. Elevii formulează observații, selectează variabile din datele colectate, proiectează observații experimentale sau experimente și le realizează. Tot în această etapă se procedează la colectarea datelor obținute în baza documentării sau testărilor experimentale, la organizarea și interpretarea acestora pentru identificarea unui model explicativ. Interpretarea datelor conduce la/ facilitează avansarea unei explicații (ipoteză, predicție, supoziție) care este supusă testării prin observație orientată sau experiment. Pentru a răspunde la întrebarea referitoare la "unghiul mort" al oglinzilor retrovizoare, în această etapă elevii studiază materiale referitoare la oglinzile plane și sferice convexe și la formarea imaginilor în aceste oglinzi respectiv construcția și rolul oglinzilor retrovizoare. Documentarea poate include și studiul oglinzilor retrovizoare ale vehiculelor disponibile. Elevii formulează ipoteza că mărimea unghiului mort depinde de particularitățile vehiculului și de poziția vehiculului aflat în spatele celui în oglinda căruia se privește.
- Etapa *Explicației* are ca scop evidențierea (profunzimii) înțelegerii sau existența unor neînțelegeri. În această etapă, ghidați de profesor, elevii își confruntă explicațiile și dacă e necesar le revizuiesc și testează. Astfel, elevii își confruntă construcțiile imaginilor în oglinda plană și convexă și explicațiile lor privind construcția și funcționarea oglinzilor retrovizoare.
- Etapa *Elaborării*. În această etapă elevii sumarizează noile cunoștințe. Deoarece înțelegerea poate fi dovedită doar prin utilizarea cunoștințelor noi, acestea sunt transferate în diverse contexte obținându-se astfel și extinderea noii cunoașteri. Elevii explică limitele oglinzilor retrovizoare clasice: oglinda retrovizoare asigură o vizibilitate de doar 15-17 grade, astfel ca există un ”unghi mort” și ”punct mort”, o zona pe care șoferul nu o poate vedea în spatele vehiculului său. Extinderea cunoștințelor poate face referire la echiparea vehiculelor moderne cu oglinzi retrovizoare panoramice cu senzori de "unghi mort" și camere încorporate care oferă imagini din spatele vehiculului.
- *Evaluarea* în modelul Bybee și al colaboratorilor (2006) se bazează pe (auto)reflecție, (auto)evaluare și evaluare în grup, evaluări formative și de progres. Elevii reflectează asupra demersului construirii explicațiilor (dificultățile întâmpinate și depășirea lor) și asupra diferențelor dintre explicațiile lor și cele ale colegilor. Spre exemplu, la studiul oglinzilor convexe elevii compară construcțiile imaginilor în oglinda convexă, trec în revistă dificultățile individuale și modul în care le-au depășit, își confruntă explicațiile privind "unghiul mort" și le optimizează.

Modelul 7E rafinează demersul 5E și se adresează în special elevilor mari. El include două noi etape: Extragerea (prima etapă) și Extinderea (a șaptea etapă). Extragerea urmărește evidențierea cunoștințelor anterioare, fiind abordată în acest model separat de Angajare. Extinderea presupune transferul cunoștințelor în alte domenii și în viață (nu doar transferul limitat la contexte apropiate celui dobândirii cunoștințelor) (Eisenkraft, 2003).

Ambele modele pot sta la baza organizării unei activități, lecții sau unități de învățare. Meritul principal al acestor modele de instruire, de origine (socio)constructivistă,

constă în asigurarea posibilității de parcurgere repetitivă a demersurilor de elaborare, schimbare conceptuală, reorganizare și/ sau redefinire a cunoștințelor prin autoreflecție și interacțiune cu colegii, cu mediul și/ sau materialele de învățare disponibile, până la înțelegerea conceptuală/ internalizarea interpretărilor asupra obiectelor și fenomenelor studiate (Bybee, 1997b, p. 176).

Alte avantaje ale acestor modele sunt:

- însușirea unui demers ordonat de achiziție și dezvoltare a cunoștințelor și competențelor științifice;
- stimularea interacțiunilor pe cele trei dimensiuni (profesor- elev, elev- elev, elev- cunoștințe);
- exersarea raționamentelor științifice;
- facilitarea procesului de contextualizare- decontextualizare și recontextualizare a învățării;
- dezvoltarea abilităților de analiză și sinteză a cunoștințelor;
- dezvoltarea reflecției și a gândirii critice;
- dezvoltarea abilităților de colaborare și comunicare.

Ambele modele oferă un cadru de învățare organizat, bazat pe experiențe de învățare activă, menit să asigure elevilor o învățare de profunzime la științe și să le dezvolte abilități științifice și practice.

Un organizator grafic valoros pentru activitățile de învățare care urmează ciclul 5E/ 7E este KWL (Știu- Vreau să știu- Am învățat). Acest organizator grafic evidențiază cunoștințele preliminare și orientează și raportează învățarea la interesele de cunoaștere ale elevilor. De întrebările lor, menționate la rubrica „Vreau să știu", depinde angajarea și implicarea lor în activitățile de învățare. Împreună cu profesorul elevii caută răspunsuri la întrebările formulate inițial și pe care le pot extinde pe măsură ce dobândesc cunoștințe noi. Ca urmare, profesorul solicită periodic elevilor să extindă lista întrebărilor inițiale.

Cea mai cunoscută tipologie a întrebărilor necesar a fi formulate pe parcursul lecției este Why-questions sau 5 W questions. În literatura anglofonă aceste 5 întrebări sunt: Who, When, What, Why, Where dar lor li se pot adăuga și Whom, Which, Whose. În limba română echivalentul acestor întrebări sunt: Cine ...?, Ce ...?, Unde ...?, Când ...? Cum ...?, În ce condiții ...?, De ce ...?, Din ce cauză ...? Primele patru întrebări solicită, în general, reamintirea unor cunoștințe, date sau fapte iar ultimele două solicită gândirea. Întrebările Cum...? și În ce condiții ...? pot fi incluse, în funcție de context, într-una din cele două categorii de întrebări.

Wragg & Brown (2001, p. 16) identifică următoarea tipologie a întrebărilor:

- Întrebări conceptuale – care privesc ideile, definițiile și raționamentul utilizat în studiul unui subiect.
- Întrebări empirice - care urmăresc obținerea de răspunsuri bazate pe fapte sau pe rezultate experimentale.
- Întrebări de valoare - care investighează valori relative și merite, aspecte morale și de mediu.

Demersul formulării de întrebări, de către profesor sau elev, poate fi considerat ciclic, deoarece fiecare întrebare se construiește pornind de la precedenta/ precedentele sau se reconstruiește în baza răspunsurilor primite.

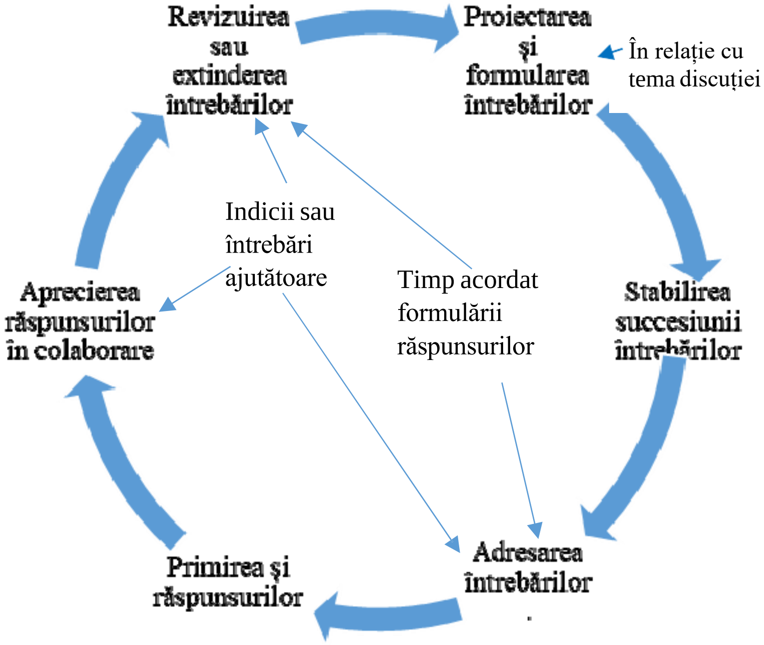


Figura 1.4. Ciclul adresării de întrebări (adaptare după Fusco, 2012, p. 12)

Turney et al. (1973, citat de Wragg & Brown, 2001, p.7) explicitează scopurile profesorului cu referire la formularea de întrebări:

- Trezirea interesului şi curiozității elevilor cu privire la un subiect.
- Orientarea sau concentrarea atenției elevilor asupra unui aspect (problemă, concept, aplicație etc.)
- Identificarea de noi direcţii de studiu a conţinutului abordat la lecție.
- Clarificarea anumitor cunoştinţe.
- Inițierea și stimularea elevilor în formularea de întrebări.
- Structurarea unei sarcini de instruire astfel încât învățarea să fie profundă.
- Diagnosticarea unor dificultăți care blochează învățarea elevilor.
- Solicitarea reflecției asupra cunoştinţelor şi asupra răspunsurilor elevilor şi profesorului.
- Stimularea învățării prin discuții/ dezbateri.
- Dezvoltarea abilităților de gândire ale elevilor.
- Atenționarea elevilor că se așteaptă implicarea lor în lecție și că le este evaluată participarea.
- Exprimarea unui interes autentic cu referire la ideile şi sentimentele elevului.

Într-o învățare centrată pe elev profesorul utilizează întrebările pentru dirijarea/ghidarea activității elevilor. Întrebările posibil a fi formulate în contextul utilizării

ciclului 5E, atât de profesor cît și de elevi sunt menționate în Tabelul 1.1. Ele trebuie să fie cât mai variate, urmărind descrierea, analiza, critica, identificarea relațiilor cauzale cu referire la fenomenele sau faptele studiate:

Tabelul 1.1. Întrebări asociate ciclului 5E

Etapa	**Întrebări posibile**
Angajare	Care credeți că este tema/ subiectul lecției de astăzi? De ce este importantă această temă? Ce cunoșteați deja despre subiectul lecției de azi?
Explorare	Ce se întâmplă dacă...? Ce observați atunci când...? Ce ați observat în timp ce ați făcut experimentul? Ce părere aveți despre rezultatele obținute până acum? Cum v-ați documentat?
Explicare	Care este cauza fenomenului observat/ rezultatului obținut? Cum ați descrie conceptul cu propriile cuvinte?
Elaborare	Cum definiți noul concept? Cum credeți că am putea aplica acest concept în viața de zi cu zi? Cum se raportează noile cunoștințe la cele anterioare? Ce alte experimente sau activități ați putea face pentru a explora mai mult acest concept?
Evaluare	Ce ați învățat din lecția de astăzi? Ce dificultăți ați întâmpinat? Cum le-ați depășit? Care au fost cele mai interesante cunoștințe noi sau activități realizate în lecție? Cum ați putea aplica cunoștințele dobândite astăzi în alte contexte? Ce întrebări mai aveți despre acest subiect?

Este important de reținut că, indiferent de modul de structurare al lecției, profesorul va solicita elevilor adresarea de întrebări variate, insistând asupra celor care le solicită gândirea.

CAPITOLUL 2. **ABORDAREA INTEGRATĂ STEM ȘI EXTENSIILE STEAM ȘI STREAM**

Lavinia-Denisa ȘUTEU

2.1. STEM (Știință, Tehnologie, Inginerie, Matematică)

În ultimii ani, educația științifică a fost marcată de paradigma abordării integrate STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics). Acronimul STEM a fost introdus în 2001 de U.S. National Science Foundation (NSF) (Catterall, 2017). Abordarea STEM a vizat inițial centrarea procesului didactic pe studiul disciplinelor componente (Științe, Tehnologie, Matematică Și Inginerie), curriculumul astfel construit fiind multi- și interdisciplinar (Ciascai, 2023; Opriș, 2021). Motivația o găsim în diversitatea lumii în care trăim, caracterizată de o varietate mare de artefacte tehnice, proiectate de ingineri și produse de tehnologi.

Abordarea STEM a fost inițial utilizată cu preponderență în domeniul dezvoltării antreprenoriale, având aplicații semnificative în domeniul ingineriei. Integrarea cunoștințelor din cele patru domenii are drept scop facilitarea înțelegerii vieții de zi cu zi și rezolvarea problemelor specifice vieții cotidiene (Badmus & Omosewo, 2020). Badmus și Omosewo (2020) consideră că matematica și științele ar reprezenta nucleul integrării STEM în mediul academic deoarece atât profesorii, cât și elevii, sunt familiari cu aceste două discipline, fiind studiate cu preponderență la nivel preșcolar și primar. Cu toate acestea, atât tehnologia cât și ingineria pot fi integrate în nucleul STEM, atât la nivel preșcolar, cât și la nivel primar.

Cunoașterea din perspectivă monodisciplinară a lumii este una parțială. Abordările multi- și interdisciplinare promovate în educație au rezolvat doar parțial problema incapacității de a explica complexitatea fenomenelor din lumea reală. Integrarea cunoașterii din diferite domenii în scopul înțelegerii complexității lumii în care trăim este esențială, atât pentru funcționarea optimă în societate, cât și pentru asigurarea unui traseu profesional de succes (deoarece numărul profesiilor care implică activități rutiniere a scăzut și scade continuu). Este esențial astăzi să ai o multitudine de abilități din domenii diferite și mai ales abilități inter- și transdisciplinare. Dintre acestea, ținând cont de evoluția societății în care trăim, cunoștințele și abilitățile STEM sunt esențiale.

Woods (2020) corectează un set de concepții greșite privind STEM (Tabelul 2.1).

Tabelul 2.1. Critica opiniilor privind abordarea STEM (Woods, 2020, p. 1-2, adaptare)

Ce nu este STEM	Ce este STEM
STEM nu este o activitate sau lecție.	STEM este o cultură pe care o construiești.
STEM are ca scop achiziția de cunoștințe și competențe în domeniile componente (STEM).	STEM urmărește achiziția unor cunoștințe și competențe inter- și transdisciplinare.

STEM implică o procesare a conținutului bazată pe studiul succesiv al disciplinelor STEM.	STEM implică abordări integrate a domeniilor STEM.
STEM nu înseamnă predare folosind roboți sau tehnologii moderne (telefon, platforme etc.)	STEM înseamnă învățare în contexte reale.
STEM nu se reduce la a memora cunoștințe din diverse domenii.	STEM înseamnă să înveți din pasiune, ca să afli răspunsuri la nevoile tale de a ști/ afla.
STEM nu asigură pregătirea pentru meseriile viitorului.	STEM se regăsește în meseriile actuale și cunoștințele STEM stau la baza multor meserii existente în trecut și respectiv a celor care vor exista în viitor.
STEM nu se reduce la a citi/ învăța un manual.	STEM presupune să schimbi și îmbogățești cunoașterea și mintea celui care învață.

Prin urmare, educația STEM contribuie la dezvoltarea culturii generale și implică aprofundarea cunoștințelor.

2.2. Abordarea integrată STEM

În practica didactică domeniul STEM ar trebui abordat de o manieră integrată. Literatura identifică mai multe abordări a disciplinelor STEM, pe nivele de complexitate:

- *abordarea disciplinară*: temele de studiu diferă și conceptele, abilitățile, atitudinile și valorile sunt achiziționate separat la fiecare disciplină STEM. Strategiile utilizate sunt cele specifice fiecărei discipline, spre exemplu, observația și experimentul la științe, proiectul la inginerie, modelarea la tehnologie și rezolvarea de exerciții și probleme la matematică.
- *abordarea multidisciplinară*: există o temă comună abordată succesiv și/ sau repetitiv, din perspectiva disciplinelor STEM dar conceptele, abilitățile, atitudinile și valorile sunt achiziționate separat la fiecare disciplină. Strategiile didactice sunt, și în acest caz, cele specifice disciplinelor STEM.
- *abordarea interdisciplinară*: există o temă comună și conceptele, abilitățile, atitudinile și valorile sunt construite la intersecția a două sau mai multe discipline STEM. Produsul învățării nu poate fi încadrat într-una sau alta din disciplinele componente, fiind un construct nou. Strategiile didactice sunt bazate pe reflecție, gândire critică, rezolvare de probleme, proiect, studii de caz, portofoliul de învățare, descoperire etc.
- *abordarea transdisciplinară*: cunoștințele și abilitățile învățate la două sau mai multe discipline STEM sunt aplicate pentru rezolvarea problemelor și proiectelor din lumea reală; se dezvoltă astfel abilitățile interdisciplinare și se construiesc altele transdisciplinare. Strategiile didactice includ problematizarea, gândirea critică, învățarea

bazată pe proiect, inquiry (investigația), cercetarea, modelarea (crearea și utilizarea de modele), rezolvarea de probleme, gândirea creativă etc.

o *abordarea neo-disciplinară*: „ignoră cu totul granițele disciplinelor <pentru a crea noi categorii de competențe și rețele de cunoștințe>” (Delatorre 2016 citat de Boon, 2019). Strategiile didactice au la bază, în principal, învățarea contextualizată, learning by doing, învățarea la locul de muncă, învățarea prin descoperire, învățarea bazată pe probleme, învățarea autentică etc. Prin utilizarea acestor strategii elevii construiesc semnificația noilor achiziții.

o *abordarea integrată*: studiul temei se face în jurul unor concepte nucleu, prin punerea în relație a conceptelor cheie din disciplinele abordate integrat. Se dezvoltă abilități interdisciplinare și transdisciplinare precum și un set de atitudini și valori specifice. Metodologic, este acoperită întreaga arie a strategiilor didactice, învățarea prin colaborare și comunicarea fiind favorizate.

Utilizarea abordărilor integrate ar trebui prevăzută în curriculumul școlar (Lighthill, 2022). În curriculumul românesc abordările integrate sunt propuse numai pentru învățământul preșcolar și primar.

În practică, relativ la o temă de studiu, integrarea se poate face pornind de la una din disciplinele STEM și realizând conexiuni cu celelalte discipline. Ulterior tema este abordată din perspectiva altei discipline și, din nou, conținutul studiat este relaționat cu conținutul celorlalte discipline. Această abordare urmează un model de tip spirală. O secțiune a spiralei, în plan orizontal, care explicitează modelul de integrare, este prezentată în *Figura 2.1*.

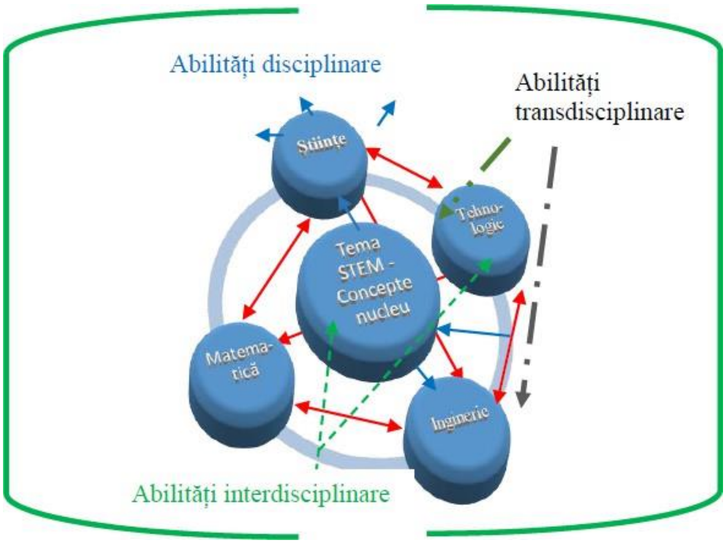


Figura 2.1. Modelul abordării integrate STEM

Privit ca un domeniu de sine stătător, fundamentat pe disciplinele componente, abordarea integrată STEM dispune de un sistem de cunoștințe, abilități, atitudini și valori.

Cunoştinţele STEM includ: (i) sistemul cunoştinţelor declarative, procedurale şi contextuale asociate disciplinelor STEM componente și (ii) rețeaua interrelațiilor dintre ideile, conceptele, principiile şi teoriile asociate (Boon, 2019).

Principalele concepte (conceptele- nucleu) în jurul cărora se realizează conexiunile dintre disciplinele menționate sunt: sistem, structură, interconexiune, interdependență, echilibru, cauzalitate, consecințe, tipar, model, schimbare, continuitate, diversitate, ordin (Ciascai, 2022; Drake & Burns, 2004).

Disciplinele științifice componente contribuie la construirea și dezvoltarea conceptelor- nucleu mai sus prezentate, prin concepte- cheie specifice disciplinelor Științe ale naturii, Inginerie, Tehnologie și Matematică. Exemple de asemenea concepte- cheie de bază sunt: ordin, funcţie, mediu, sensibilitate, evoluție, diversitate, ciclu, reproducere, adaptare, creştere, dezvoltare, reglare, homeostazie, procesare a energiei, etc. (biologie); materie, compoziție, amestec, substanță, soluție, solvent, reacţie, molecule, atom, element, compus, etc. (chimie); sistem, stare, relație, interacţiune, transformare, fază, mişcare, energie, formă, material, solid, lichid, gaz, vapori, regularitate, dovadă, ipoteză, predicție, investigație, etc. (fizică); tipar, variabilă, funcţie, ecuație, număr, reprezentare, ordine, cantitate, adunare, scădere, înmulţire, împărţire, formă, etc. (matematică). Disciplinele tehnice (Ingineria, Tehnologia) furnizează sistemului de concepte nucleu STEM un set de concepte-cheie precum comprimare, tensiune, proiectare, construcţie, procesare, producţie, programare, planificare, prototip, ordine, operare, monitorizare și control, operație, depanare, echipament, mentenanță, reparație, analiză de sistem, evaluare, controlul calității, etc. (Boon, 2019). Aşa cum se poate constata din exemplele de mai sus unele concepte se regăsesc în lista de concepte-cheie a două sau mai multe discipline. Prin abordarea integrată conceptele respective sunt dezvoltate.

Cunoştinţele procedurale asigură baza pentru achiziția și utilizarea abilităților STEM. Acestea pot fi: (i) abilități disciplinare (specifice disciplinelor componente); (ii) abilități interdisciplinare precum: managementul informației, cercetarea, operarea cu și asupra datelor (măsurarea și procesarea datelor, interpretarea și analiza datelor, stabilirea preciziei, validității și fiabilității, selectarea și afișarea/comunicarea acestora), gândirea proiectivă, critică, creativă și computațională, rezolvarea de probleme, utilizarea instrumentelor și aparatelor, comunicarea și colaborarea (Boon, 2019; Drake & Burns, 2004) şi (iii) abilități transdisciplinare: percepţia, recunoaşterea tiparelor, abstractizarea, gândirea întrupată, modelarea, jocul și sinteza (Henriksen, 2018). Acestei liste i se pot adăuga competenţe privind comunicarea informațiilor importante, valoroase (selectiv), reflecţia privind demersul personal al cunoaşterii, aplicarea noilor cunoştinţe în lumea reală, împărtășirea cunoştinţelor privind abordările și problemele complexe, cercetarea în și cu lumea reală, imaginarea soluțiilor posibile și a consecinţelor acestora (https://i2insights.org/2018/07/10/transdisciplinary-competences/).

Atitudinile și valorile importante pentru educația STEM sunt: mintea deschisă, curiozitatea, integritatea, obiectivitatea, precizia, responsabilitatea, perseverența, scepticismul, asumarea riscului, respectarea normelor de etică științifică (Bahagian Pembangunan Kurikulum, 2017; Chowning & Fraser, 2007 adaptat de Boon, 2019).

Importanța alfabetizării științifice pentru studiul STEM reiese și din analiza practicilor STEM: formularea și definirea problemelor, dezvoltarea și utilizarea modelelor, planificarea și realizarea investigațiilor, analiza și interpretarea datelor, luarea deciziilor, construirea explicațiilor (în știință) și proiectarea soluțiilor (în inginerie) respectiv confecționarea produselor (în tehnologie), argumentarea bazată pe dovezi, evaluarea și comunicarea informațiilor (Boon, 2019). Majoritatea acestor practici se regăsesc, de asemenea, în practicile științifice.

Științele sunt totodată principalul furnizor de concepte-cheie care stau la baza construcției conceptelor nucleu STEM. Abilitățile STEM se regăsesc în număr mare, în lista abilităților științifice, la fel ca și atitudinile și valorile specifice STEM.

2.3. De la STEM, prin STEAM, la STREAM

Deoarece complexitatea vieții cotidiene implică deseori utilizarea creativității atât în contextul vieții de zi cu zi, cât și în contextul vieții profesionale, abordarea STEM a evoluat pentru a include și artele, devenind astfel cunoscută sub denumirea STEAM. Includerea domeniului Arte în cadrul STEM a fost considerată necesară pentru formarea unor indivizi capabili să se adapteze contextului profesional actual și dezvoltării științifice continue. Promovarea creativității prin intermediul domeniului Arte a fost considerată necesară atât pentru designul variatelor obiecte necesare vieții cotidiene, cât și pentru rezolvarea problemelor complexe specifice vieții de zi cu zi. Cultura generală implică un sistem de cunoștințe din diverse domenii. Școala de Design din Rhode Island (RISD) a dezvoltat domeniul STEM prin includerea Artelor în cadrul acestui domeniu. Acestei școli (respectiv lui John Maeda) i se atribuie afirmația „adevărata inovație vine odată cu combinarea minții unui om de știință sau tehnolog cu cea a unui artist sau designer" (Lathan, n.d.). Artele, subliniază sursa citată, aduc cu ele gândirea proiectivă (de design) și creativitatea, considerate esențiale pentru inovare (ibid).

Cu toate acestea, după cum bine subliniază Smith (2015), cel mai adesea disciplinele componente STEAM, sunt predate separat. Curriculumul învățământului preșcolar și primar din România, spre exemplu, promovează abordările integrate. Cu toate acestea, chiar și atunci când o temă este studiată din perspective multiple (spre exemplu, a Artelor – abilităților practice, Matematicii și Științelor) abordarea temei se face în contextul fiecărei discipline.

Cercetările în domeniul STEM/STEAM au avansat în mod galopant și au integrat și alte discipline. Cantitatea enormă de informație disponibilă astăzi în diverse formate (fizic, electronic) solicită abilitățile de citire ale elevilor. Astfel, alfabetizarea la citire sau competențele de citire sunt necesare pentru înțelegerea unor domenii precum științe, matematică, tehnologie sau inginerie. Elevii au nevoie să citească și să înțeleagă un text la științe, să înțeleagă cerințele unei probleme de matematică sau o problemă de matematică cu text sau în cuvinte, fiind astfel necesar să dețină abilități avansate de citire. Fiind una dintre competențele de bază în învățare, citirea devine parte din abordarea STEAM, avansând conceptul la acronimul STREAM (Science, Technology, Reading, Engineering, Arts and Math).

Prin integrarea *Citirii și scrierii* în abordarea STEM/STEAM, putem vorbi astăzi de abordarea STREAM (Science, Technology, Reading, Engineering, Arts, Math), o abordare care integrează 6 discipline. Cercetările în domeniul STREAM sunt încă la început atât la nivel național, cât și la nivel internațional. Dată fiind complexitatea activităților STREAM, demersul se recomandă a fi ciclic. Etapele ciclului STREAM descriu procesul de realizare a unei sarcini transdisciplinare, prin urmare trebuie etapizat. Etapele sunt în număr de nouă și în fiecare etapă se operează cu concepte cheie (și, după caz, concepte nucleu), respectiv sunt utilizate abilități disciplinare și interdisciplinare diverse (Figura 2.3. *Ciclul STREAM*). Soluționarea sarcinii prin parcurgerea ciclului contribuie la însușirea unor concepte nucleu și la achiziția unor abilități transdisciplinare. Elevii trebuie să cunoască etapele unui asemenea demers, familiarizarea lor cu acesta putându-se realiza explicit (pentru elevii mari) sau implicit în cazul elevilor de vârstă școlară mică.

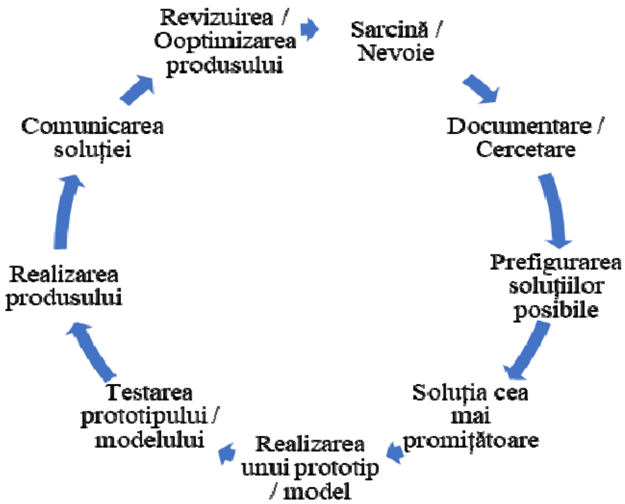


Figura 2.2. Ciclul STREAM

Prima etapă a ciclului STREAM confruntă elevii cu o întrebare care poate fi o problemă sau sarcină a cărei soluționare presupune dobândirea și utilizarea de cunoștințe matematice, științifice, tehnice sau din domeniile artelor și limbii și literaturii. Pentru ilustrarea ciclului analizăm două sarcini de lucru solicitate elevilor: realizarea unui material publicitar interactiv de promovare a școlii și construcția unei sere pentru cultivarea legumelor.

În cea de a doua etapă, de documentare și cercetare, elevii se informează parcurgând diverse surse și/sau cercetează dispozitivele publicitare sau serele existente în localitate. Pot consulta, după caz, enciclopedii, un specialist ICT, un specialist în promovarea produselor, un istoric, un specialist în comunicare, un cultivator, un membru al familiei preocupat de legumicultură, un inginer horticol etc.

În cea de a treia etapă, în cazul produsului publicitar se conturează posibilitatea utilizării unui ansamblu de display-uri conectate la computer (folosind computerele care pot fi scoase din rețeaua școlii ca fiind depășite), a unui poster pe suport cilindric/coloană, care permite accesul la informații ascunse, a unui material publicitar de formatul unei cărți, a unui sistem de pliante etc. Fiecare dintre acestea urmează să afișeze un set de informații despre școală: vizuale, text scris etc. În cazul realizării serei sunt selectate materialele din care urmează să fie confecționată sera, sistemul de udare, legumele care vor fi cultivate etc.

În etapa a patra, dacă elevii aleg un sistem de panouri publicitare de tip display trebuie să estimeze dimensiunile necesare, forma, conținutul prezentat. În cazul serei, ei trebuie să estimeze numărul de răsaduri, conducte și picurătoare necesare etc.

Proiectul sistemului de display și al serei se realizează în etapa a cincea. Elevii decid numărul necesar de display-uri, așezarea acestora astfel încât să se evite aglomerarea, hotărăsc dimensiunea unui display pentru a se asigura claritatea imaginilor și a textului. Realizează un display de prezentare ca model și construiesc un prototip din carton care prefigurează sistemul de display. Funcționarea display-ului este testată, textul și imaginile pot fi îmbunătățite. Prototipul serei presupune realizarea scheletului, a sistemului de udare și încercarea rezistenței scheletului respectiv funcționarea sistemului de irigare (realizat din tuburi de plastic).

În etapele următoare se realizează sistemul de display și sunt prezentate informațiile necesare. În baza sugestiilor primite produsul este revizuit (ultima etapă). Realizarea serei se face de către elevi după procurarea materialelor necesare. Vizitarea și prezentarea serei furnizează sugestii care pot servi la îmbunătățirea acesteia.

Profesorii trebuie să fie conștienți că realizarea activităților STREAM le solicită în foarte mare măsură flexibilitatea. Viziunea elevilor privind demersul și activitățile de realizat în cazul unei activități STREAM poate fi foarte diferită de cea a profesorului, ca urmare acesta trebuie să fie pregătit să urmeze traseele de învățare sugerate de elevi.

Există cercetări care arată că utilizarea abordării STREAM în cadrul învățării bazate pe proiecte (sau Project-Based Learning - PBL) are efect pozitiv asupra interesului, creativității și atitudinii elevilor față de științe. Astfel, Azizah și colaboratorii (2020) au realizat un studiu prin care au analizat modul în care învățarea bazată pe proiecte abordată prin intermediul STREAM influențează creativitatea și interesul elevilor de învățământ primar în proiectarea diverselor produse legate de concepte științifice (circuitul apei în natură, testarea calității apei, sau a sistemelor de irigare prin picurare). Rezultatele studiului coordonat de Azizah arată că utilizarea abordării STREAM în învățarea bazată pe proiecte crește interesul și creativitatea elevilor în învățarea la științe.

Dacă unii autori au inclus citirea in cadrul STEM, alții au adăugat medicina în locul citirii (STM). STEM este deschisă și spre cercetare și inovare (STREMi), spre mediu (eSTEM), economie (STEEM), multimedia (STEMM) etc. (https://pbiss.ac.th/news-updates/what-is-stem-education). Dezvoltarea inteligenței artificiale aduce cu sine și dezvoltarea domeniului STEAM prin includerea roboticii în cadrul acestei abordări, conform unor autori. Astfel, pentru unii cercetători (Lammer, et al., 2016; Ntemngwa & Oliver, 2018) STREAM include Științele, Tehnologia, Robotica, Ingineria, Artele și

Matematica. Cu toate că inteligența artificială devine tot mai importantă în viața cotidiană, dezvoltarea competențelor asociate roboticii la elevi poate reprezenta o provocare pentru profesori. Alți cercetători consideră necesară integrarea religiei în modelul STREAM (Opriș D.& Opriș, M, 2013; Opriș, 2019a).

2.4. Dezvoltarea competențelor STEM/STEAM/STREAM la profesori și viitori profesori de învățământ primar și preșcolar

Cu toate că interesul general față de educația STEM/STEAM/STREAM a crescut considerabil în ultimii ani, cercetările arată că profesorii de învățământ primar dețin puține cunoștințe despre acest subiect. Cercetarea realizată de Anisimova și colegii (2020) cu un grup 80 de viitori profesori cu specializări în Matematică și Științe și Iginerie și Tehnologie arată că doar 18% dintre participanți erau familiari cu educația STEM/STEAM, 33% aveau câteva informații despre acest domeniu, iar 49% dintre ei nu dețineau niciun fel de informații despre STEM/STEAM. Dezvoltarea competențelor cadrelor didactice în educația STEM/STEAM/STREAM reprezintă un punct de interes actual atât pentru teoreticieni, cât și pentru practicienii interesați de acest domeniu și a fost abordată dintr-o multitudine de perspective. Unele programe de dezvoltare a competențelor profesorilor în domeniul STEAM s-au axat pe rezolvarea de probleme tehnologice prin activități axate pe colaborare și creativitate, în timp ce alte programe au subliniat importanța dezvoltării profesionale susținute în domeniul STEAM prin intermediul parteneriatelor dintre universități și comunitate (Cook et al., 2020).

Cook și colaboratorii (2020) au investigat modul în care profesorii de învățământ primar elaborează un curriculum STEAM. Utilizând modelul de predare STEAM elaborat de Quigley și colaboratorii (2017), au analizat planurile elaborate de 25 de profesori. Rezultatele lor au arătat că modelul elaborat de Quegley și colegii săi este util în dezvoltarea competențelor STEAM la profesori.

Ntemngwa și Oliver (2018) arată că profesorii au nevoie de mai mult timp pentru planificarea activităților care implică utilizarea roboticii la științe, aceștia considerând utile activitățile care oferă experiență în această direcție (activități care pot fi sub forma unor cursuri de formare spre exemplu). Un alt studiu, realizat de Sung și colaboratorii (2023), arată că implementarea unui program STREAM bazat pe activități robotice are influențe pozitive asupra gândirii computaționale la elevii de vârstă preșcolară și impact diferit în funcție de genul preșcolarilor. Astfel, băieții au fost mai interesați de programarea robotului și de modul de funcționare a acestuia, demonstrând abilități de programare mai avansate comparativ cu fetele, în timp ce fetele au manifestat un interes mai ridicat pentru decorarea robotului.

Colucci-Gray și Burnard (2020) consideră că educația STEAM este implementată mai degrabă în cadrul unor activități extrașcolare, precum cluburi sau școli de vară, decât în cadrul educației formale. Aceștia argumentează că integrarea STEAM în curricula școlară este încă considerată dificilă de către cadrele didactice care consideră că operează

cu conținuturi curriculare specifice și restrictive, care fac dificilă aplicarea abordării STEAM în practicile zilnice de predare-învățare.

Problematica implementării educației STEM/STEAM/STREAM este abordată și de Chu și colaboratorii (2018). Aceștia subliniază că lipsa unui cadru teoretic solid și comprehensiv face dificilă implementarea educației STEAM deoarece cadrele didactice nu beneficiază de principii teoretice și practice clare pentru a include în planurile lor de lecții o astfel de abordare STEM, STEAM sau STREAM. Aceștia propun utilizarea ciclului instrucțional 5E, prezentat în capitolul anterior, pentru a facilita dezvoltarea unei baze teoretice a educației STEAM.

Conradty și Bogner (2020) au implementat programul „Joaca cu Protonii" („Play with Protons" – PwP) pentru profesorii de învățământ primar. În cadrul acestui program de formare în domeniul STEAM, profesorii de învățământ primar au primit un material didactic pe tema fizica particulelor. Autorii au argumentat că au ales o temă din domeniul Științelor care nu se regăsește în programa pe care profesorii o au de predat la nivelul învățământului primar. Aceștia au argumentat că și-au dorit ca participanții să nu fie familiari cu subiectul ales de ei și să se asigure că aceștia vor utiliza ca bază de învățare materialul didactic pus la dispoziție în cadrul programului de formare. Subiectele abordate în cadrul programului de formare au fost: procesul științific, oameni de știință faimoși, particule fundamentale, forțe fundamentale, structura materiei, materia și antimateria, lumina și cosmologia. Activitățile creative STEAM incluse au fost: munca de echipă, activități de joc prin imersiune (jocuri aplicații, vânătoarea de recompense, dramatizare), video-uri animate cu poze ilustrând munca participanților, realizare poster în grup, experimente, scriere creativă de povestiri / benzi desenate, observarea fenomenelor prin intermediul aplicațiilor mobile. Rezultatele studiului lui Conradty și Bogner (2020) au arătat nu doar că participanții au învățat conținutul ci și că auto-eficacitatea și creativitatea acestora s-au îmbunătățit semnificativ.

Astfel, au început să apară diverse perspective teoretice privind includerea educației STEM în cadrul cursurilor oferite în cadrul diverselor instituții de educație superioară. Anito și Morales (2019) propun un model integrator prin care educația STEM să fie abordată de către instituțiile de învățământ superior din Filipine în timp ce Park și Ko (2012, p. 323) promovează o educație STEAM bazată pe șapte componente, prezentate în *Figura 2.3.* Acestea sunt: fuziune, tehnologie, instrumente, perspectiva holistică flexibilitate, predicție, inginerie.

(1) Conectare, combinare și fuziune. Pentru a integra abordarea STEAM în curriculum existențial este nevoie de a crea o legătură sistematică între acesta și fiecare domeniu STEAM.

(2) Aplicarea conceptelor științifice de bază la tehnologie. În scopul dezvoltării unei educații STEAM creative, este necesar să ca profesorii, viitorii profesori și elevii să învețe cum să aplice concepte științifice de bază la diferite tehnologii și cum pot fi utilizate aceste tehnologii în viața reală din perspectivă inginerească. Astfel, relațiile dintre domeniile STEAM, precum și cele din teorie și practică, sunt esențiale.

(3) Dezvoltarea de instrumente creative în educația STEAM. Pentru o educație STEAM eficientă este nevoie de instrumente, metode și experimente creative. Abordările experimentale la științe ar trebui să aibă la bază conceptul STEAM.

(4) Cultivarea unei perspective holistice, integratoare asupra a ceea ce ne înconjoară. Un element cheie al educației STEAM este cultivarea capacității de a vedea imaginea de ansamblu asupra a ceea ce ne înconjoară.

(5) Adaptarea continuă și rapidă a educației STEAM. În vederea dezvoltării unei educații STEAM eficiente, este necesar ca aceasta să fie flexibilă pentru a se adapta rapid la schimbările tehnologiei integrative.

(6) Capacitatea de predicție sistematică a schimbărilor viitoare. Educația STEAM ar trebui să aibă la bază un sistem practic și realist pentru a prezice în mod sistematic viitorul, luându-se în considerare și schimbările socio-economice, nu doar schimbările științifice și tehnologice.

(7) Dezvoltarea proiectării integrate în inginerie. Conceptul de proiectare integrată în inginerie este important în formarea viitorilor ingineri, oameni de știință, politicieni și lideri sociali, fiind astfel necesară dezvoltarea abilităților care să faciliteze acest tip de proiectare în domeniul ingineriei.

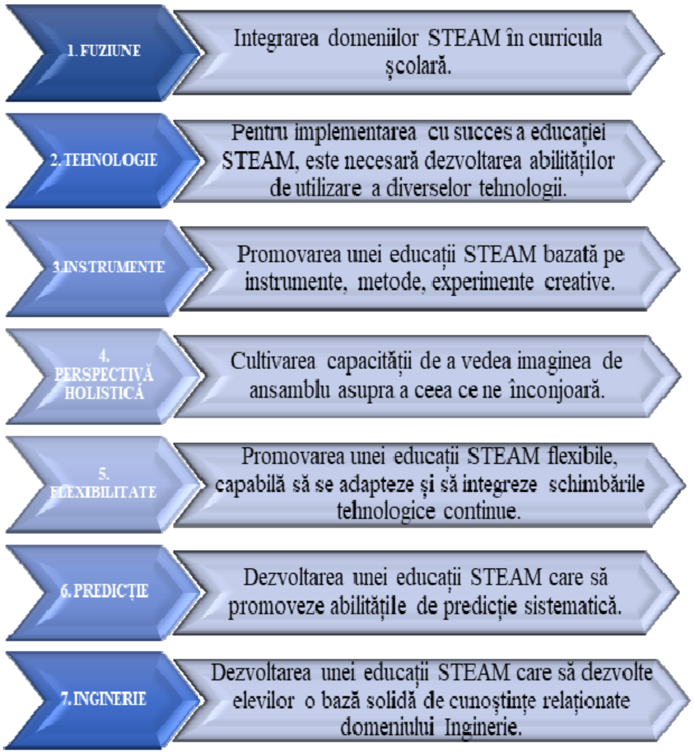


Figura 2.3. Componente esențiale în predarea STEAM (Park & Ko, 2012)

Quigley și colaboratorii (2020) propun un model conceptual al educației STEAM care să ofere suport sau să ghideze practicile de predare ale profesorilor de învățământ primar în acest domeniu. Modelul propus de aceștia este ilustrat în Figura 2.2. și are trei dimensiuni principale: (1) integrarea disciplinei, (2) strategiile de instruire și (3) abilitățile de rezolvare de probleme.

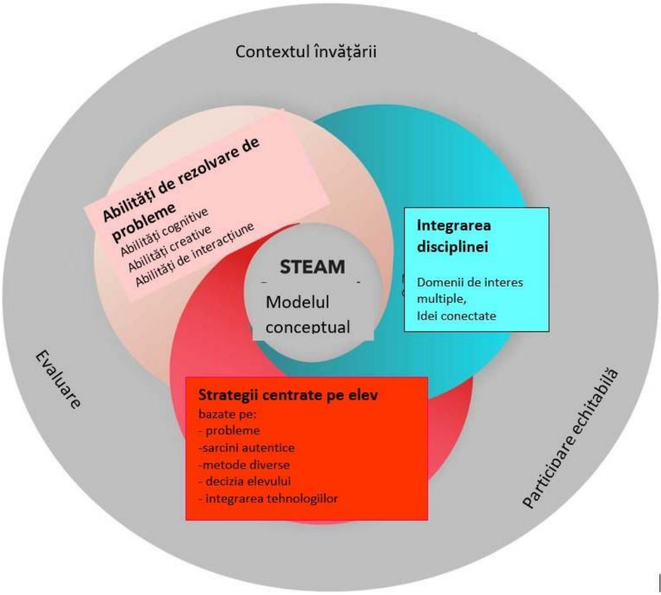


Figura 2.4. Modelul STEAM (după Quigley, 2020, p. 502)

Integrarea disciplinară implică utilizarea diferitelor moduri de combinare a conținuturilor și metodelor specifice diverselor domenii în scopul predării unor concepte de bază din curricula școlară și de a rezolva probleme complexe. Conform acestei conceptualizări, deoarece baza educației STEAM o constituie rezolvarea de probleme, nu este obligatoriu ca toate cele cinci arii ale STEAM să fie utilizate de fiecare dată. Quiley și colaboratorii (2017) au observat că dacă se forțează integrarea ariilor care nu au legătura directă cu problema de rezolvat, scade gradul de implicare al elevilor în sarcină. Integrarea disciplinei (prima dimensiune a modelului), arată sursa citată, este mai ușor de realizat de elevi dacă se inventariază conținuturile disciplinare necesar a fi abordate și abilitățile aferente (disciplinare, inter și transdisciplinare). O hartă tematică poate servi acestui scop, ilustrând subtemele din diversele discipline (concepte cheie și abilități disciplinare) necesar a fi tratate și conexiunile dintre ele, care evidențiază conceptele-nucleu și abilitățile inter și transdisciplinare.

Integrarea disciplinară din STEAM implică (1) multidisciplinaritate, (2) interdisciplinaritate și (3) transdisciplinaritate.

(1) Multidisciplinaritatea implică integrarea conținuturilor specifice diverselor discipline. Quiley și colegii oferă ca exemplu de integrare multidisciplinară calcularea densității diverselor tipuri de sucuri. Principala critică a abordării multidisciplinare în STEAM o constituie faptul că se axează mai mult asupra

unor teme specifice decât asupra rezolvării de probleme. Astfel, se consideră că această abordare este dezavantajoasă abordării STEAM.

(2) Interdisciplinaritatea implică integrarea cunoştinţelor, proceselor și abilităților specifice diverselor discipline. Un astfel de exemplu îl constituie examinarea beneficiilor și provocărilor introducerii unei taxe de carbon pentru a reduce emisiile de gaze cu efect de seră cu 50%. Pentru a rezolva această problemă, elevii au nevoie să cunoască științific ce înseamnă gazele cu efect de seră, modelele economice despre impactul taxei de carbon asupra diverselor companii, și rolul puterii politice în adoptarea unei astfel de legi. Așadar, elevii trebuie să înțeleagă și diverse modele economice despre impactul financiar al unei legi de reducere a gazelor cu efect de seră.

(3) Transdisciplinaritatea implică predarea cunoştinţelor, proceselor și abilităților specifice mai multor discipline și crearea unei noi perspective generale. Abordările transdisciplinare necesită din partea cadrului didactic abilități de integrare a contextului cu abordări multidisciplinare diferite. Astfel, chiar daca focalizarea este asupra unui conținut specific unei discipline specifice, se aplică acel conținut la contexte din domenii diferite. Transdiciplinaritatea integrează așadar integrarea nu doar a conținuturi diferite, ci și a unor contexte diferite de utilizare/aplicare a cunoștințelor.

A doua dimensiune a modelului o reprezintă **strategiile de instruire**. În condițiile învățării centrate pe elev profesorul trebuie să fie pregătit să utilizeze o paletă mai largă sau mai îngustă de strategii, în funcție de timpul necesar realizării sarcinii de învățare solicitate elevilor. Dacă activitatea STEAM durează o ora atunci strategia poate fi bazată pe investigație sau joc, dacă presupune o activitate eșalonată pe mai multe ore atunci strategia poate integra portofoliul, proiectul etc.

Cea de-a treia dimensiune, **abilitățile de rezolvare de probleme** implicate pot fi monodisciplinare (rezolvarea unei subcomponente din categoria problema de calcul), interdisciplinare (proiectarea unei investigații) sau transdisciplinare (realizarea unei construcții cu o funcție anume). Abilitățile creative dezvoltate în domeniul STEAM poartă amprenta artelor, în contextul cărora se construiesc și utilizează. Ele pot fi abilități plastice, muzicale, practice, de expresie etc. Odată dobândite ele pot fi utilizate și în contextul celorlalte discipline STEM și pot sprijini procesul de adaptare și inovare a tehnicilor, tehnologiilor, proiectelor etc. Prin această utilizare ele sunt reconstruite ca abilități interdisciplinare (ex. abilitatea disciplinară: decorarea ramei unui tablou folosind materiale naturale se reconstruiește ca interdisciplinară: proiectarea designului produsului X respectând normele de protecție a mediului...). Abilitățile de rezolvare de probleme din modelul lui Quigley și al colaboratorilor (2017) includ abilități cognitive (abstractizare, analiză, aplicare, clasificare, formulare, interpretare, modelare, sintetizare, adresare de întrebări), de interacțiune (de comunicare și colaborare) și abilități creative (proiectare, modelare, de joc, de interpretare și conectare a ideilor). De asemenea, sunt în conexiune strânsă și cu competențele de învățare autoreglată (Marchiș, 2012; Zsoldos-Marchiș, 2014a; Zsoldos-Marchiș, 2024b).

CAPITOLUL 3. **ASPECTE ALE IMPLEMENTĂRII ROBOTICII EDUCAȚIONALE LEGO ÎN ÎNVĂȚĂMÂNTUL PRIMAR**

Roxana-Mădălina CRISTEA

3.1. Introducere

Robotica aduce învățământului primar o dimensiune inovatoare în procesul de predare-învățare, deschizând noi oportunități pentru explorarea materiilor STEM (Științe, Tehnologie, Inginerie, Matematică). De altfel, instrumentele robotice sunt utilizate în general în două abordări distincte în care robotica reprezintă fie elementul central, fie un element adjuvant. Aceste moduri de abordare definesc maniera în care Robotica Educațională este introdusă în mediul școlar. Cea mai frecventă paradigmă o consideră ca pe un element central, axându-se pe predarea roboticii. Totuși, există și câteva viziuni care o includ într-un mod secundar, contribuind astfel la procesul de învățare la mai multe discipline (Mayerová & Veselovská, 2017).

Integrarea roboticii educaționale în învățământul primar reprezintă o abordare creativă cu efecte semnificative asupra percepțiilor elevilor în ceea ce privește disciplinele STEM. Într-un cadru educațional care să încorporeze astfel de tehnologii, elevii din învățământul primar nu doar că descoperă fascinația lumii roboticii, dar au și oportunitatea de a experiența numeroase beneficii de învățare. Astfel, prin intermediul activităților robotice, elevii dezvoltă o mai bună înțelegere a conceptelor STEM, transformând procesul de învățare într-o experiență interactivă și captivantă. Această interacțiune directă cu tehnologia nu numai că îi pregătește pe elevi pentru viitor, în care competențele STEM sunt din ce în ce mai importante, dar le oferă și șansa de a explora lumea științelor și ingineriei într-un mod practic.

De asemenea, pe lângă creșterea abilităților practice, integrarea roboticii educaționale în învățământul primar influențează pozitiv percepțiile elevilor cu privire la aceste domenii. Prin atragerea lor într-un mediu de învățare interactiv, copiii descoperă că știința și tehnologia nu sunt doar subiecte abstracte, ci resurse fascinante care pot fi explorate și înțelese în mod concret. Mai mult, această abordare contribuie la dezvoltarea abilităților de rezolvare a problemelor, gândirii critice și colaborării în rândul elevilor. Prin implicarea în proiecte de robotică, aceștia învață să lucreze împreună, să pună în aplicare cunoștințele acumulate și să rezolve provocări concrete, pregătindu-i astfel pentru o societate în continuă schimbare (deBruyn & Campenhout, 2022; Scaradozzi et al., 2015).

Un instrument esențial pentru asigurarea continuității în tranziția către un nou nivel de educație și implementarea componentei interdisciplinare în educația pre-inginerească sunt programele interdisciplinare, cu precădere cele de robotică. În contextul curriculumului pentru învățământul primar din România, aceste programe aduc o contribuție semnificativă la dezvoltarea abilităților elevilor și la pregătirea lor pentru provocările unei lumi tot mai tehnologizate.

Robotica nu trebuie să fie o entitate separată, ci să fie integrată în curriculumul existent. Astfel, este necesară identificarea punctelor unde robotica poate să sprijine și să îmbogățească subiectele deja predate la clasă, creând o conexiune clară între robotică și cunoștințele academice. Implementarea programelor de robotică se poate desfășura prin activități curriculare și extracurriculare, programe educaționale suplimentare, și alte forme de lucru precum ateliere în timpul vacanțelor. Iar, pentru o implementare eficientă a roboticii în procesul educațional de la nivel primar este importantă adoptarea unei abordări interdisciplinare prin conectarea roboticii cu alte discipline precum matematica, științele și limbile. Prin această integrare, elevii vor vedea aplicarea practică a cunoștințelor în diverse domenii.

Integrarea roboticii educaționale în programele de învățământ primar poate îmbunătăți abilitățile elevilor de rezolvare a problemelor prin promovarea activităților interdisciplinare și multimodale (Gratani et al., 2021). Prin activitățile de robotică se dezvoltă competența de gândire algoritmică și computațională a elevilor; nivelul acestor competențe se poate evalua prin teste specifice (El-Hamamsy et al., 2022; Zapata-Cáceres et al., 2020; Zhang & Wong, 2023; Zsoldos-Marchiș & Bálint-Svella, 2023).

Pentru a măsura succesul învățării în domeniul roboticii este necesară adaptarea metodelor de evaluare. Evaluările pot include portofolii, prezentări orale sau proiecte practice care să reflecte competențele dobândite. De asemenea, evaluarea reciprocă și autoevaluarea reprezintă o componentă intrinsecă a activităților de robotică educațională, promovând libertatea intelectuală în timp ce îndeplinește cerințele evaluărilor cu impact semnificativ (Catlin, 2014).

Un alt aspect sine qua non despre utilizarea roboților în sălile de clasă este legat de preocupările etice semnificative pe care le aduce cu sine, evidențiate în principal în domeniile intimității, rolului roboților, impactului asupra copiilor și responsabilității asociate. Aceste aspecte etice impun necesitatea unei abordări responsabile în cercetarea și inovarea în domeniul roboticii educaționale.

Astfel, o tematică importantă în predarea roboticii educaționale este constituită de introducerea discuțiilor despre etica și siguranța utilizării tehnologiei și a roboților, aceasta facilitând înțelegerea de către elevi a responsabilităților care vin odată cu utilizarea acestor tehnologii și la dezvoltarea unei atitudini etice în utilizarea lor (Serholt et al., 2016).

Întrucât robotica susține dezvoltarea competențelor STEM și transformă procesul de învățare într-o călătorie captivantă și relevantă pentru elevi, pregătindu-i pentru provocările și oportunitățile lumii moderne, acest capitol își propune să ofere repere introductive pentru profesorii și viitorii profesori de învățământ primar care doresc să integreze cu succes robotica în practica lor.

3.2. Dezvoltarea gândirii computaționale

TPACK reprezintă o abordare integrativă care combină cunoștințele tehnologice (T), cunoștințele pedagogice (P), și cunoștințele despre conținut (CK). Profesorii, folosind acest cadru, pot să își îmbogățească abilitățile didactice prin integrarea eficientă a tehnologiilor în activitățile lor de predare.

Modelul TPACK stabilit de Koehler și Mishra (2009) este reprezentat ca o diagramă Venn cu trei cercuri, integrate într-un al patrulea cerc reprezentat cu linie punctată (Figura 3.1). Acest model identifică competența digitală a profesorului ca fiind intersecția celor trei componente mai sus menționate. Cadrul discutat prezintă interes deoarece subliniază diferențele la nivelul competențelor digitale ale profesorilor care predau o disciplină școlară.

Descris de Mishra în multe din publicațiile sale, modelul TPACK include:

- Cunoștințele tehnologice (T) se referă la înțelegerea tehnologiilor disponibile și modul în care acestea pot fi utilizate în procesul de predare-învățare. Profesorii trebuie să fie familiarizați cu instrumentele tehnologice și să știe cum să le integreze într-un mod care să sprijine obiectivele de învățare.
- Cunoștințele pedagogice (P) includ metodele și strategiile de predare eficiente. Profesorii trebuie să știe cum să predea conținutul într-un mod accesibil și captivant pentru elevi. Integrarea TPACK implică adaptarea metodelor pedagogice pentru a beneficia la maximum de potențialul tehnologiilor.
- Cunoștințele despre conținutul de specialitate (CK) se referă la înțelegerea profundă a materiei predate. Profesorii trebuie să aibă o bază solidă de cunoștințe în domeniul lor de specializare pentru a putea adapta lecțiile în funcție de nevoile elevilor. În cadrul TPACK, CK este considerată ca fiind fundamentală și reprezintă centrul integrării tehnologiei.
- Cunoașterea contextuală (XK) include cunoștințele complementare celor explicitate în predare: cunoștințe privind standardele și politicile educaționale, dezvoltarea profesională etc. Ea poate reprezenta cunoștința cheie care asigură reușita implementării cu succes a unei inovații (Mishra, Warr & Islam, 2023).

Modelul de integrare a Cunoștințelor Tehnologice Pedagogice și de Conținut (TPACK) a devenit esențial în demersul de sprijinire a profesorilor în adaptarea practicilor de predare, facilitând integrarea tehnologiilor educaționale pentru a aborda domenii specifice de conținut (Harris et al., 2009). Acest model dezvoltă modelul Koehler și Mishra (2009), propunând abordări interdisciplinare menite să fundamenteze o perspectivă integrată asupra TPACK:

- cunoștințe pedagogice și cunoștințe despre conținut (PCK);
- cunoștințe pedagogice și cunoștințe tehnologice (TPK);
- cunoștințe despre conținut și cunoștințe tehnologice (TCK).

De altfel, acest model constituie cadrul de investigare asupra a ceea ce profesorii trebuie să știe pe lângă limbajul de programare sau instrumentele utilizate pentru a preda abilitățile de tehnologia informației și de gândire computațională. Cadrul TPACK este deci utilizat pe scară largă pentru a ajuta profesorii să identifice cum își pot adapta practicile de predare pentru a include utilizarea tehnologiilor educaționale în abordarea unor domenii de conținut specific (Angeli et al., 2016).

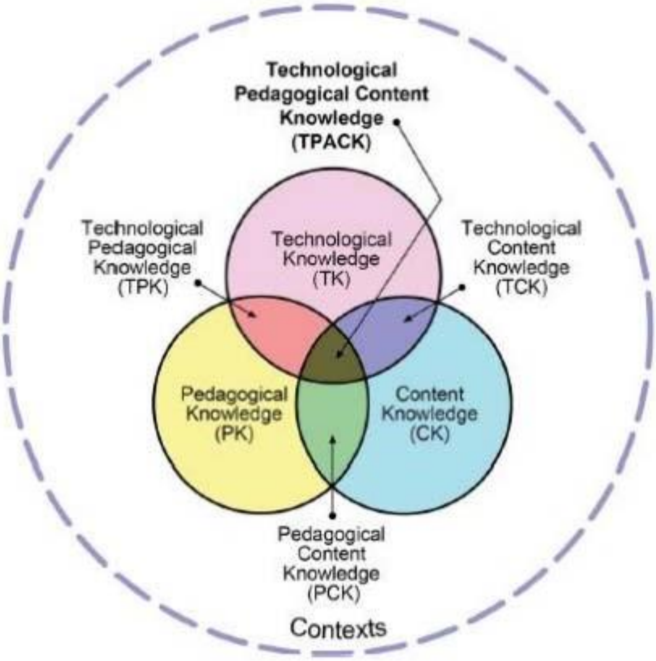


Figura 3.1. Modelul de Cunoaștere Tehnologică Pedagogică și de Conținut (TPACK)

Prin utilizarea modelului TPACK, profesorii pot dezvolta o abordare mai integrată și eficientă a tehnologiei în procesul de predare, având capacitatea de a adapta practicile lor pentru a răspunde cerințelor specifice ale conținutului învățat (Koehler & Mishra, 2009).

3.3. Alegerea resurselor potrivite integrării roboticii în activitățile de învățare

Atunci când este abordată robotica în învățământul primar este esențial să fie alese resurse adaptate vârstei și nivelului cognitiv al elevilor. Roboții programabili, platformele de programare intuitivă și materialele didactice adecvate vor contribui la o experiență de învățare captivantă și accesibilă, integrarea roboticii în învățământul primar facilitând satisfacerea nevoilor de dezvoltare a personalității în acord cu vârsta elevilor, promovând creativitatea (Liu, et al., 2023) și abilitățile practice (Yumei et al., 2017).

Un exemplu de resursă adecvată pentru predarea roboticii educaționale la nivel primar este Setul LEGO® Education SPIKE™ Essential (Figura 3.2.). Acesta reprezintă o resursă inovatoare în domeniul pedagogiei, special concepută pentru a stimula creativitatea, gândirea critică și dezvoltarea abilităților STEM la nivelul învățământului primar. Setul oferă o experiență de învățare atractivă, axată pe explorarea științelor și tehnologiei într-un mod interactiv și distractiv.

În sprijinul afirmației porivit căreia robotica oferă oportunități excelente pentru dezvoltarea abilităților de gândire critică și rezolvare a problemelor se înscrie și studiul dezvoltat de Zaharija și colaboratorii săi (2015) despre utilizarea roboților și a programării

pentru introducerea în informatică, autorii concluzionând că expunerea la STEM și la programare computațională de la o vârstă fragedă poate încuraja gândirea logică profundă. În acest scop este utilă încurajarea elevilor să analizeze situații, să identifice probleme și să găsească soluții prin intermediul programării și construcției de roboți.



Figura 3.2. Setul LEGO® Education SPIKE™ Essential
https://education.lego.com/en-us/products/lego-education-spike-essential-set/45345/

Setul SPIKE™ Essential include o varietate de componente hardware avansate, precum senzori și motoare, care permit elevilor să construiască și să programeze roboți funcționali. Aceste componente sunt robuste, ușor de asamblat și reprezintă o platformă excelentă pentru a explora principiile mecanicii și a tehnologiei. Mai mult, activitățile de robotică educațională care utilizează senzori și programarea vizuală pot integra eficient robotica în învățământul primar prin îmbunătățirea modalităților de rezolvare a problemelor și promovarea performanțelor timpurii (Scaradozzi et al., 2020).

Acest set educațional este integrat cu o platformă de programare intuitivă cu blocuri, prietenoasă cu elevii din învățământul primar. Această platformă oferă o introducere accesibilă în lumea programării, permițând elevilor să creeze algoritmi simpli și să experimenteze codarea într-un mod interactiv.

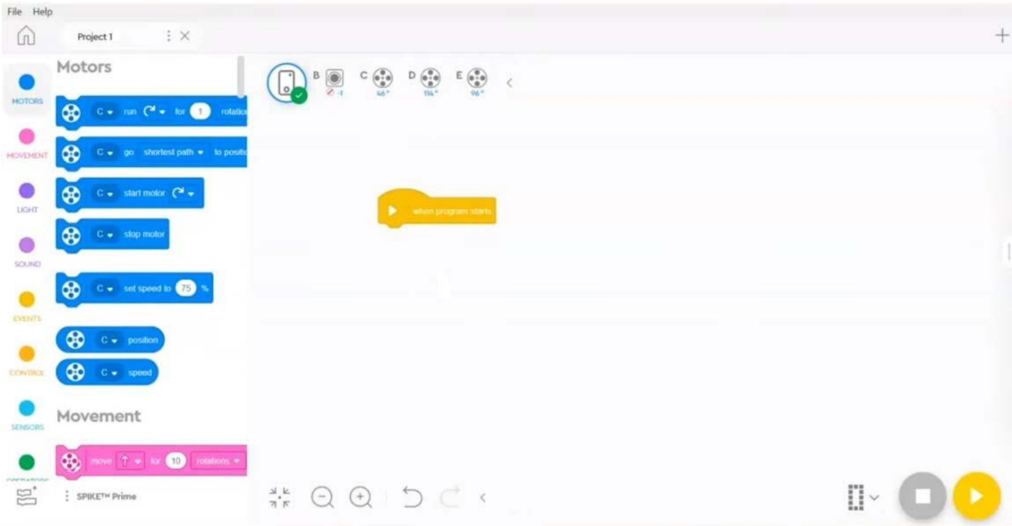


Figura 3.3. Aplicația pentru programare LEGO® Education SPIKE™

Aplicația de programare intuitivă asociată setului LEGO® Education SPIKE™ Essential (Figura 3.3.) este un instrument esențial care face accesibilă și captivantă programarea pentru elevii din învățământul primar. Această platformă oferă o experiență interactivă și simplificată, permițându-le elevilor să descopere și să înțeleagă conceptele de bază ale programării într-un mod distractiv. Iată câteva caracteristici cheie ale aplicației de programare:

o Interfață prietenoasă adaptată vârstei și nivelului de înțelegere al elevilor din învățământul primar. Elementele grafice, simbolurile intuitive și limbajul simplu de programare fac procesul de învățare să fie accesibil și plăcut.

o Blocuri de programare variate furnizate de platformă, reprezentând diferite comenzi și funcționalități. Elevii pot utiliza aceste blocuri pentru a construi secvențe logice și pentru a programa roboții într-un mod structurat și intuitiv.

o Funcția drag-and-drop (trage și plasează), elevii având posibilitatea de a selecta și plasa blocuri de programare grafice într-o secvență logică, fără a fi nevoie să scrie un cod. Acest mod de interacțiune face programarea mai ușoară și mai interactivă.

o Simularea și testarea programelor create înainte de a le transfera pe roboți. Acest aspect oferă elevilor oportunitatea de a-și verifica ideile și de a înțelege cum funcționează programul înainte de a interacționa cu roboții în mod real.

o Suport pentru diferite nivele de competență: elevii pot începe cu sarcini mai simple și pot avansa gradual către proiecte mai complexe, adaptându-și ritmul de învățare în funcție de nevoile și abilitățile lor.

o Resurse educaționale integrate, incluzând tutoriale, ghiduri și exemple practice. Aceste resurse ajută profesorii și elevii să se adapteze rapid cu platforma și să își maximizeze potențialul creativ și educativ. În vederea dezvoltării creativității elevilor este recomandabil ca aceștia să fie stimulați să exploreze prin proiecte personale de robotică.

Aceste proiecte permit dezvoltarea abilităților individuale și promovează inițiativa și autoînvățarea.

Prin intermediul acestei aplicații de programare elevii nu doar învață conceptele de bază ale programării (Elkin et al., 2014), ci își dezvoltă abilități esențiale precum gândirea logică, rezolvarea problemelor (Sullivan & Strawhacker, 2021) și colaborarea, pregătindu-se astfel pentru provocările societății tehnologizate.

Setul educațional LEGO® Education SPIKE™ Essential încurajează o abordare interdisciplinară a învățării. Elevii nu doar construiesc și programează roboți, ci și aplică cunoștințele în matematică, științe și alte domenii, facilitând astfel o înțelegere holistică a conținutului academic. De asemenea, setul vine cu proiecte practice și aplicative, care permit elevilor să rezolve probleme concrete și să-și testeze abilitățile în contexte reale. Aceste proiecte îi încurajează să gândească critic, să colaboreze și să-și dezvolte creativitatea în timp ce lucrează asupra unor provocări interactive.

Pachetul LEGO® Education SPIKE™ Essential oferă resurse complete pentru profesori, inclusiv planuri de lecție, ghiduri și materiale suplimentare. Aceste resurse facilitează implementarea setului în curriculumul școlar și sprijină profesorii în ghidarea elevilor în explorarea lumii roboticii.

Kitul LEGO® Education SPIKE™ Essential este un instrument inovator în peisajul pedagogic, aducând beneficii semnificative în dezvoltarea competențelor STEM și a abilităților de gândire critică a elevilor din învățământul primar. Nu doar că încurajează elevii să devină creatori și programatori, ci și să își dezvolte abilități esențiale pentru secolul XXI, pregătindu-i pentru provocările unei societăți tehnologizate în continuă evoluție. Mai mult, potrivit unui studiu despre introducerea unui curs despre robotica LEGO în pregătirea profesorilor, elaborat de Chambers și Carbonaro (2003), introducerea roboticii în formarea continuă a cadrelor didactice îmbunătățește procesul de învățare, oferindu-le elevilor o împuternicire asupra învățării lor și promovându-le abilitățile de rezolvare a problemelor. Înțelegerea profundă a resurselor disponibile și a conceptelor de bază ale roboticii va permite cadrelor didactice să încurajeze curiozitatea și creativitatea elevilor. Prin implementarea acestor practici, profesorii și viitorii profesori pot crea o experiență educațională captivantă și eficientă în domeniul roboticii, pregătind elevii pentru provocările societății tehnologice actuale.

CAPITOLUL 4: **EXPLORAREA EDUCAȚIEI STREAM PRIN EXPERIENȚE DE GAMIFICARE. O SCURTĂ ANALIZĂ A LITERATURII DE SPECIALITATE**

Ioana Raluca DUMITRU

4.1. Educația STEM și deschiderea ei spre gamificare

Educația STEAM (Știință, Tehnologie, Inginerie, Arte și Matematică) a apărut ca o nouă pedagogie în timpul discuției Americans for the Arts-National Policy Roundtable din 2007, ca răspuns la nevoia de a crește interesul și abilitățile elevilor în domeniile știință, tehnologie, inginerie și matematică (STEM) (Allina, 2013; Daugherty, 2013). Educația STEAM îmbină artele cu disciplinele STEM în scopul îmbunătățirii implicării elevilor, a creativității și a inovării (Perignat & Katz-Buonincontro, 2019; Carter et. all, 2021).

Analizând elementele educației STREAM pot fi descoperite 6 elemente ce stau la baza acesteia. În peisajul în continuă evoluție al educației, acronimul STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) s-a evidențiat prin accentul pus pe cultivarea competențelor critice pentru secolul XXI. Cu toate acestea, o abordare mai cuprinzătoare, cunoscută sub numele de educație STREAM, se extinde dincolo de STEM prin încorporarea artelor pentru a promova o învățare holistică. Integrarea cunoștințelor de Știință, Tehnologie, Robotică, Inginerie, Arte și Matematică oferă o experiență educațională provocatoare și bine închegată care îi pregătește pe elevi să se dezvolte într-o lume din ce în ce mai interconectată. Analiza principiilor de bază ale educației STREAM evidențiază beneficiile unice pe care aceasta le oferă:

Știința: cunoașterea bazată pe investigație. În centrul educației STREAM se află demersul cercetării științifice. Elevii se angajează în investigații, observații și experimente practice, care le încurajează curiozitatea și favorizează dezvoltarea gândirii critice. Activitățile de cercetare conduc la o înțelegere profundă a lumii naturale, cultivă gândirea științifică și contribuie la formarea și dezvoltarea abilităților necesare pentru luarea deciziilor bazate pe dovezi.

Tehnologia: alfabetizarea digitală și inovarea tehnică. Componenta tehnologică a educației STREAM se concentrează pe dezvoltarea abilităților tehnice și a alfabetizării și fluenței digitale. Dezvoltarea cunoștințelor și abilităților tehnologice le permite elevilor să-și pună în practică proiectele. Elevii își valorifică abilitățile tehnice și tehnologia digitală pentru a rezolva probleme, a aduna informații și a exprima idei, dobândind astfel abilități valoroase pentru comunicare, colaborare și inovare, permițându-le să navigheze într-o societate bazată pe tehnologie.

Robotica: rezolvarea intermediată de robotică a problemelor. Educația STREAM pune accentul pe robotică pentru a-i introduce pe elevi în lumea automatizării, programării și proiectării. Proiectele de robotică încurajează rezolvarea creativă a problemelor și gândirea interdisciplinară. Prin construirea și programarea roboților, elevii învață să aplice principiile inginerești, să își îmbunătățească raționamentul logic și să dezvolte o înțelegere practică a sistemelor complexe.

Inginerie: gândirea proiectivă și creativitatea. În inginerie accentul cade pe gândire și pe rezolvarea creativă a problemelor. Elevii se angajează în procese de proiectare iterative pentru a concepe prototipuri și pentru a testa și rafina soluții la provocări din lumea reală. Această abordare cultivă reziliența, adaptabilitatea și capacitatea de a aborda problemele din mai multe unghiuri.

Artă: expresia creativă și inovarea. Arta poate fi integrată foarte bine, de exemplu, în predarea geometriei (Marchiș, 2008; Marchiș, 2009a) și a științelor naturii. Integrarea artelor transformă STEM în STREAM. În educație, infuzând creativitatea și expresia artistică în curriculumul școlar artele stimulează imaginația, sensibilitatea estetică și inteligența emoțională. Prin încorporarea artelor vizuale, a muzicii, a teatrului și nu numai, elevii își dezvoltă gândirea inovatoare și învață să comunice concepte complexe prin mijloace creative.

Matematica: noțiuni fundamentale de calcul. Matematica rămâne o piatră de temelie a educației STREAM, oferind baza analitică și logică necesară pentru înțelegerea diferitelor materii. Cu toate acestea, STREAM lărgește domeniul de aplicare prin prezentarea modului în care conceptele matematice se aplică în toate disciplinele, demonstrând interconectarea subiectelor și sporind capacitatea elevilor de a aborda diverse provocări. În timp ce în testările internaționale se orientează tot mai mult pe aplicarea matematicii în probleme cu sursa în viața cotidiană sau în alte discipline, testările naționale din România se focusează pe evaluarea cunoștințelor pur matematice (Magdaș, 2022; Marchiș, 2009b). Predarea aplicațiilor matematice în alte discipline are un efect benefic nu numai asupra rezultatelor învățării și a atitudinii elevilor față de matematică (Asli & Zsoldos-Marchis, 2023b), dar și asupra atitudinii profesorilor față de predarea matematicii (Asli & Zsoldos-Marchis, 2023b).

Există o nevoie crescută de pregătire a elevilor pentru provocările secolului XXI, pe măsură ce mediul înconjurător se digitalizează (Welbers et al., 2019). Încorporarea educației STREAM în sălile de clasă oferă o abordare dinamică a învățării care se aliniază cu cerințele erei moderne. Experiențele gamificate oferă o modalitate inovatoare de a implica elevii în aceste materii, făcând învățarea interactivă și plăcută.

4.2. Învățarea bazată pe joc și gamificarea

Gamificarea a cunoscut recent un interes deosebit în domeniul educației datorat aplicării ei la clasă (Barata et al., 2013).

Prin integrarea elementelor bazate pe jocuri, profesorii pot crea medii stimulative în care elevii pot explora concepte complexe, pot colabora cu colegii și pot dezvolta abilități de gândire critică. Această abordare favorizează o înțelegere mai profundă a subiectelor STREAM și cultivă pasiunea pentru învățarea pe tot parcursul vieții.

Tabelul 4.2. Comparație între învățarea bazată pe joc și gamificare

Învățarea bazată pe joc	**Gamificarea**
Învățarea bazată pe jocuri implică utilizarea unor jocuri reale pentru a preda	Gamificarea este procesul de aplicare a elementelor de proiectare a jocurilor, cum

materiale sau competențe specifice. Aceste jocuri pot varia de la simple chestionare online până la experiențe complexe, imersive, de realitate virtuală. Unul dintre beneficiile cheie ale învățării bazate pe jocuri este capacitatea sa de a crește implicarea și motivația elevilor. Făcând învățarea distractivă și interactivă, elevii au mai multe șanse să rămână concentrați și să rețină informațiile predate.	ar fi sistemele de puncte, insignele și clasamentele, în contexte care nu sunt jocuri, cum ar fi activitățile din clasă sau temele pentru acasă. Această abordare urmărește să stimuleze și să motiveze elevii prin exploatarea dorinței lor naturale de competiție și realizare. Deși nu oferă același nivel de imersiune ca învățarea bazată pe jocuri, gamificarea poate fi totuși un instrument eficient pentru a-i menține pe elevi implicați activ în procesul de învățare.
După scopul acestora	
Învățarea bazată pe jocuri implică utilizarea de jocuri reale, digitale sau fizice, concepute special în scopuri educaționale. Aceste jocuri sunt structurate pentru a furniza conținut, a preda competențe sau a consolida obiectivele de învățare într-un mod interactiv și atractiv.	Gamificarea presupune integrarea unor elemente asemănătoare jocurilor, cum ar fi punctele, insignele, clasamentele și provocările în contexte care nu sunt jocuri, pentru a motiva și a implica utilizatorii. Scopul său principal este de a spori motivația, de a încuraja comportamentele dorite și de a crește participarea.
Design	
Învățarea bazată pe jocuri implică crearea de jocuri cu drepturi depline care sunt concepute special cu obiective educaționale în minte. Designerii de jocuri se străduiesc să integreze perfect conținutul de învățare în gameplay, asigurându-se că jucătorii dobândesc cunoștințe sau abilități pe măsură ce progresează în joc.	În cazul gamificării, elementele de joc sunt adăugate la sisteme, activități sau procese existente. Proiectanții identifică comportamentele sau rezultatele dorite și apoi încorporează mecanisme de joc pentru a încuraja aceste comportamente. Gamificarea implică adesea utilizarea sistemelor de recompensă, a urmăririi progresului și a mecanismelor de feedback.
Implicare și motivație	
Învățarea bazată pe jocuri sporește, de asemenea, angajamentul și motivația prin imersiunea cursanților în experiențe interactive care sunt în mod inerent plăcute. Jocurile oferă un feedback imediat, oportunități de experimentare și un sentiment de realizare, toate acestea putând motiva cursanții să persiste în	Gamificarea are ca scop creșterea implicării și a motivației prin exploatarea dorințelor umane intrinseci de realizare, recunoaștere și competiție. Prin introducerea elementelor de joc, sistemele gamificate fac sarcinile mai plăcute și mai satisfăcătoare, încurajând astfel utilizatorii să participe și să progreseze.

eforturile lor de învățare.	
Flexibilitate și adaptabilitate	
În timp ce învățarea bazată pe jocuri oferă experiențe imersive și foarte captivante, procesul de dezvoltare poate fi mai lung și mai intensiv în ceea ce privește resursele. Jocurile trebuie să fie proiectate cu atenție pentru a se alinia la obiectivele specifice de învățare, ceea ce poate limita aplicabilitatea lor la diferite materii sau domenii.	Gamificarea oferă o mai mare flexibilitate, deoarece poate fi aplicată într-o gamă largă de contexte și activități, de la formarea angajaților la aplicații de fitness și până la gestionarea clasei. Natura sa modulară permite o personalizare și o adaptare ușoară pentru a se potrivi diferitelor obiective și publicuri țintă.
Evaluare și feedback	
Mediile de învățare bazate pe jocuri oferă, de obicei, un feedback mai imediat și mai contextualizat, deoarece jucătorii primesc răspunsuri pe baza acțiunilor lor în cadrul jocului. Această buclă de feedback în timp real îi poate ajuta pe cursanți să își înțeleagă mai bine punctele forte și punctele slabe și să își ajusteze strategiile în consecință.	Sistemele de gamificare încorporează adesea mecanisme de urmărire a progresului și a performanțelor, permițând utilizatorilor să primească feedback cu privire la realizările și comportamentele lor. Cu toate acestea, feedback-ul tinde să fie mai mult generalizat și este posibil să nu ofere întotdeauna informații detaliate despre rezultatele individuale ale învățării.

Experiențele gamificate au potențialul de a răspunde diverselor stiluri de învățare, asigurând fiecărui elev posibilitatea de a se dezvolta într-un cadru educațional favorabil și incluziv. (Kim et al., 2018). De asemenea, ele dezvoltă abilitățile de rezolvare a problemelor și creativitatea elevilor. Prin intermediul jocurilor și al activităților interactive, elevii pot aplica cunoștințele teoretice la scenarii din viața reală, consolidându-și astfel învățarea într-o manieră practică și plăcută. În plus, gamificarea poate crea un sentiment de realizare și de progres, motivând elevii să participe activ la propriul parcurs educațional. De asemenea, utilizarea tehnologiei în experiențele de învățare gamificate poate reduce decalajul dintre metodele tradiționale de predare și competența digitală necesară în societatea actuală. Elevilor li se oferă oportunități de a naviga pe platformele digitale, de a dezvolta competențe digitale și de a se adapta la progresele tehnologice, pregătindu-i astfel pentru viitoarele cariere în domenii legate de STEM.

În general, integrarea gamificării în educație are potențialul de a revoluționa experiența de învățare și de a îmbunătăți rezultatele educaționale. În plus, utilizarea gamificării în educație promovează dezvoltarea unor competențe importante ale secolului XXI, cum ar fi gândirea critică, rezolvarea problemelor, colaborarea și comunicarea, pregătind elevii pentru succesul viitor (Dichev & Dicheva, 2017; Kim et al., 2018). Chiar și studenții viitori profesori percep gamificarea ca un instrument util, care oferă experiențe

de învățare plăcute și autentice. Elevii implicați în învățarea gamificată sunt motivați și activi în activitățile de învățare, dezvoltând pe lângă competențele cognitive și competențe sociale (Bálint-Svella et al., 2021).

4.3. Rolul și aspectele gamificării în educația bazată pe STEM

Ca să înțelegem de ce relația dintre educația STREAM și gamificare este una rodnică, trebuie să înțelegem și conceptul de activitate educațională gamificată, aceasta fiind un subiect de interes mare cu o creștere considerabilă în popularitate în ultimii ani. Unul dintre principalele motive pentru acest interes crescut este capacitatea gamificării de a stimula participarea și motivația în diverse contexte, cum ar fi educația, marketingul și formarea angajaților. Prin încorporarea unor componente de joc, cum ar fi punctele, insignele, clasamentele și recompensele, în situații care nu sunt jocuri, gamificarea urmărește să facă sarcinile mai plăcute și să încurajeze implicarea. Această metodă profită de principiile psihologice care îi determină pe oameni să fie motivați în mod intrinsec să participe la activități și să își atingă obiectivele.

În plus, gamificarea poate oferi date și informații valoroase despre comportamentul utilizatorilor, care pot fi utile pentru luarea deciziilor și pentru îmbunătățirea experienței acestora. Pe măsură ce organizațiile continuă să exploreze utilizarea gamificării, este vital să înțelegem cum să proiectăm și să implementăm eficient elementele de joc pentru a obține rezultatele dorite. Pentru a înțelege mai bine gamificarea, este esențial să examinăm elementele cheie ale jocului care sunt utilizate în mod obișnuit în această abordare (Dichev & Dicheva, 2017). Mai multe elemente de joc sunt utilizate de obicei pentru a spori implicarea și motivația utilizatorilor. Există câteva componentele cheie ale jocului utilizate în gamificarea orelor la clasa de elevi.

1. Oferire de puncte

Punctele sunt un element de joc fundamental utilizat adesea în gamificare pentru a le oferi utilizatorilor o măsură cuantificabilă a progresului și a realizărilor lor. Ele servesc ca o reprezentare tangibilă a succesului și pot fi acumulate prin diverse interacțiuni și sarcini. În plus, punctele îi stimulează pe utilizatori să se străduiască să obțină scoruri mai mari, sporind implicarea lor în activități.

2. Oferirea unor insigne

Insignele sunt indicatori vizuali de realizare pe care utilizatorii îi pot câștiga prin îndeplinirea unor sarcini specifice sau atingerea unor etape importante. Ele servesc ca o formă de recunoaștere și pot evoca un sentiment de mândrie și realizare, motivând și mai mult utilizatorii să participe la experiența gamificată.

3. Clasamente

Clasamentele afișează performanța utilizatorilor în raport cu ceilalți, stimulând un sentiment de competiție și comparație socială. Utilizatorii pot vedea unde se situează în comparație cu colegii lor, stimulându-i să își îmbunătățească performanța și să urce în clasament. Acest element exploatează dorința indivizilor de recunoaștere și de statut, determinându-i să se implice activ în sarcinile gamificate.

4. Recompense

Recompensele servesc drept stimulente pentru ca utilizatorii să se implice în activitățile gamificate și pot lua diverse forme, cum ar fi moneda virtuală, conținut deblocabil sau premii tangibile. Prin oferirea de recompense, gamificarea îi motivează pe utilizatori să investească timp și efort în sarcini, deoarece anticipează satisfacția de a obține recompensele.

5. Provocări

Provocările le prezintă utilizatorilor obiective specifice sau obstacole de depășit, promovând un sentiment de scop și de realizare la finalizarea acestora. Acestea adaugă un element de entuziasm și varietate experienței gamificate, menținându-i pe utilizatori implicați și motivați să cucerească provocările prezentate.

Înțelegerea utilizării acestor elemente cheie ale jocului în gamificare este crucială pentru proiectarea și implementarea eficientă a experiențelor gamificate în diverse contexte. Prin integrarea atentă a acestor elemente, organizațiile pot valorifica puterea gamificării pentru a stimula implicarea, motivația și experiențele semnificative ale utilizatorilor. Setarea corectă a nivelului de dificultate a provocărilor și selectarea atentă a elementelor de recompensă este crucială pentru a obține beneficii prin gamificare (Egri et al., 2022; Zsoldos-Marchiș, 2020; Zsoldos-Marchiș et al., 2023).

Explorând educația STREAM prin experiențe gamificate, profesorii pot crea un mediu de învățare atractiv și incluziv care îi echipează pe elevi cu abilitățile și gândirea necesare pentru a prospera într-o lume care evoluează rapid. Jocurile educaționale îmbină plăcerea și informațiile importante pentru învățare, mai degrabă decât să fie pur și simplu axate pe cunoștințe. Această colecție a celor mai bune jocuri educaționale disponibile pe STEAM include o mare varietate de jocuri care încurajează învățarea în timp ce elevii se distrează.

4.4. Jocurile și mediile gamificate STEAM/STREAM

Jocurile STEAM le oferă copiilor cunoștințe practice într-o varietate de domenii. Copiii pot învăța despre o multitudine de subiecte cu ajutorul acestor jocuri, inclusiv despre biologie, ecologie, tehnologie, inginerie, arte și matematică. Spre exemplu, ei pot studia diverse lucruri despre biologie și ecologie, precum și despre abilitățile de programare și valoarea tehnologiei, jucând jocuri despre creșterea animalelor. Acestea sunt instrumente utile în viața de zi cu zi a copiilor deoarece, îi ajută să își îmbunătățească simțul estetic și abilitățile analitice cu numere. În general, jocurile online STEAM oferă mai multe avantaje dincolo de simpla transmitere de cunoștințe despre aceste discipline. Astfel, împingându-i pe jucători să folosească încercarea și eroarea pentru a găsi soluții, jocurile STEAM încurajează o atitudine științifică. Elevii dobândesc o atitudine științifică prin punerea de întrebări, formularea de ipoteze, efectuarea de experimente și evaluarea rezultatelor. Aceștia învață, de asemenea, că eșecul este o componentă necesară a succesului, lucruri care sunt asemănătoare gamificării claselor.

Jocurile STEAM online cer o prelucrare rapidă a informațiilor, dezvoltare de strategii, toate îmbunătățind memoria, funcția creierului și concentrarea. De asemenea, acestea îi susțin pe copii să își mențină concentrarea și atenția asupra obiectivelor, ceea ce îmbunătățește întreaga lor experiență de învățare.

Prin combinarea gamificării și a educației de tip STREAM, a apărut o modalitate nouă și unică de învățare (Dichev și Dicheva, 2017). Această metodă presupune adăugarea de caracteristici de design de joc și experiențe de joc în proiectarea proceselor de învățare, ceea ce are ca rezultat creșterea implicării, motivației și retenției elevilor. Gamificarea în învățământul de tip STREAM oferă un potențial unic de îmbunătățire a angajamentului și interacțiunii de învățare. Utilizând principiile de gamificare în predarea bazată pe STREAM, activitățile tipice din clasă se transformă în experiențe captivante și educative (Opriș, 2019b).

Simulările virtuale le permit elevilor să investigheze subiecte științifice, să colaboreze cu colegii pentru a rezolva provocări din lumea reală și să își măsoare progresul și realizările într-un cadru de tip joc. În plus, introducerea unor caracteristici de proiectare a jocurilor poate face învățarea mai interesantă și mai plăcută pentru elevi, încurajându-i să participe activ la procesul de învățare. Gamificarea în învățământul de masă are potențialul de a transforma modul în care elevii învață și interacționează cu materiile STEM. Mai jos prezentăm câteva platforme educaționale gamificate care accesează obiectivele educației STEM.

Big Bang Academy este o platformă gamificată de jocuri STEAM care este foarte recomandată. Aceasta oferă un curriculum complet care acoperă șase domenii, inclusiv chimie, biologie, fizică, inginerie, ecologie și astronomie. Curriculumul pentru copiii cu vârste cuprinse între 3 și 8 ani, a fost creat de specialiștii în educație de la Cambridge și conține componente interactive de gamificare, fiind distractive și, totodată, instructive.

Un alt site web de jocuri numit *National Geographic Kids,* oferă cinci categorii diferite de jocuri STEAM, cum ar fi teste de personalitate, puzzle-uri, jocuri de acțiune și jocuri de complezență hilare. Acestea, dintre care unele sunt scurte și simplu de terminat, sunt menite să îi învețe pe copii despre biologie și ecologie.

O platformă web dedicată activităților STEM prin gamificare este *The Smithsonian Science Education Center* (SSEC) care colaborează cu diverse comunități din întreaga lume pentru a schimba educația prin știință, de la grădiniță până la nivel de liceu (K-12). Pentru a-și îndeplini misiunea, aceștia expun trei obiective: inovația STEM, incluziunea și durabilitatea. Cu activități STEM online gratuite axate pe animale sau pe lumea naturală, Smithsonian se adresează cerințelor copiilor, având activități educaționale gamificate.

Un alt program bine pus la punct pe cu explorarea educației STREAM prin experiențe de tip gamified, sunt programele de studiu pre-proiectate, *Minecraft Education Edition.* Aceștia oferă jocuri de rol într-un mediu sandbox. Așadar copiii accesează un joc de rol într-un mediu virtual cu programe de studiu pre-proiectate pentru a-i învăța noțiuni de aritmetică.

Tot un tip de joc sandbox care promovează ingineria inventivă și se concentrează pe mecanismele mașinilor se numește Scrap Mechanic. Pentru copiii din clasele a 3-a până

la a 6-a, *Planeteers* oferă o planetă asemănătoare cu Pământul, cu multe habitate și animale. Cu ajutorul tehnologiei de tipărire 3D și al jocului STEAM *Blokify*, copiii își pot crea propriile jucării și pot învăța despre diferite biome și specii.

Copiii cu vârste cuprinse între 4 și 10 ani pot folosi platforma *Kodable* pentru a învăța limbaje de programare precum Java script și Swift, precum și programarea prin glisare și fixare. Copiii mici pot învăța să codifice și să înțeleagă logica informatică cu programul de codificare *Scratch*. O comunitate de jocuri STEAM se numește *Roblox* care oferă oportunități nesfârșite de dobândire a competențelor STEAM pentru copiii de toate vârstele.

Cu siguranță, actualizarea abordării educaționale STEM (Știință, Tehnologie, Inginerie și Matematică) în STREAM (Știință, Tehnologie, Robotică, Inginerie, Arte și Matematică) prin intermediul jocurilor este o modalitate fantastică de a îmbunătăți învățarea prin încorporarea creativității și a experiențelor practice. Totodată, mai jos prezentăm cinci concepte de jocuri care fac legătura între materiile STREAM, bineînțeles prin activități gamificate:

- *Robotics Odyssey: Circuit Conundrum.* Acest joc combină programarea, robotica și rezolvarea de probleme. Jucătorii controlează un personaj robot și navighează prin niveluri pline de provocări care necesită soluții de codare. Prin programarea acțiunilor robotului folosind principii de bază de codare, jucătorii depășesc obstacolele și îndeplinesc sarcini. Jocul încurajează creativitatea și gândirea critică, integrând în același timp concepte de robotică.
- *Math Mosaics* introduce arta în matematică. Jucătorii rezolvă probleme de matematică pentru a debloca piese de puzzle, pe care le folosesc apoi pentru a crea frumoase mozaicuri digitale. Fiecare mozaic finalizat dezvăluie o bucată dintr-o operă de artă mai mare. Acest joc stimulează abilitățile matematice și, în același timp, hrănește expresia artistică, îmbinând geometria și creativitatea într-un mod atrăgător din punct de vedere vizual.
- *Design and Construct* este un joc de arhitectură. Acesta le permite jucătorilor să proiecteze și să construiască structuri virtuale, combinând concepte arhitecturale și inginerești. De la zgârie-nori la poduri, jucătorii trebuie să ia în considerare fizica, stabilitatea și estetica, în timp ce își construiesc proiectele. Acest joc încurajează înțelegerea principiilor de inginerie, raționamentul spațial și designul artistic.
- *Science Safari* îi cufundă pe jucători într-o lume microscopică, unde aceștia explorează și interacționează cu diverse organisme și particule. Cu accent pe biologie și chimie, jucătorii efectuează experimente, analizează date și rezolvă provocări. Jocul promovează explorarea științifică, integrând în același timp elemente creative pentru a vizualiza lumea microscopică.
- *Cosmic Composer* este un joc care combină muzica și matematica. Jucătorii creează compoziții muzicale prin rezolvarea unor puzzle-uri matematice. Fiecare puzzle completat generează un element muzical, cum ar fi o melodie sau un ritm, contribuind la compoziția generală. Acest joc evidențiază fundamentele

matematice ale muzicii, permițând în același timp jucătorilor să experimenteze prin propria creativitate.

Aceste concepte au ca scop integrarea perfectă a artelor în materiile STEM, promovând experiențe de învățare holistică, care sunt captivante și educative. Prin intermediul acestor jocuri, elevii pot dezvolta o înțelegere bine închegată a diferitelor materii, în timp ce își perfecționează rezolvarea problemelor, gândirea critică și creativitatea.

Mai mult, integrarea curriculumului STREAM (Știință, Tehnologie, Robotică, Inginerie, Arte și Matematică) cu gamificarea este o abordare puternică din educație care poate aduce beneficii majore elevilor. Iată cum poate această abordare să îmbunătățească experiența de învățare și să dezvolte abilități esențiale, cum ar fi rezolvarea de probleme, gândirea critică, colaborarea etc. Mediile de învățare gamificate le prezintă elevilor provocări și puzzle-uri care le cer să gândească critic și să elaboreze soluții. Fie că este vorba de a afla cum să navigheze spre un nivel complex într-un joc sau de a proiecta o structură funcțională într-o lume virtuală, elevii sunt implicați în mod constant în activități de rezolvare a problemelor care reflectă scenarii din lumea reală (Gee, 2003).

Jocurile prezintă adesea scenarii deschise care le cer elevilor să analizeze situații, să ia decizii și să prevadă rezultate. Aceste activități promovează gândirea critică prin încurajarea elevilor să evalueze diferite opțiuni, să ia în considerare consecințele și să își adapteze strategiile pe baza feedback-ului. Multe jocuri încorporează elemente multiplayer sau de cooperare, promovând colaborarea între elevi. Într-un cadru de clasă gamificat, elevii lucrrează împreună pentru a face față provocărilor, împărtășesc idei și își combină punctele forte pentru a atinge obiective comune. Acest lucru oglindește natura colaborativă a proiectelor din lumea reală (Steinkuehler & Squire, 2024). Totodată, gamificarea încurajează elevii să exploreze soluții creative la probleme. Proiectarea propriilor niveluri de joc, inventarea de noi structuri sau compunerea de muzică în cadrul unui joc stimulează gândirea inovatoare. Natura interactivă și imersivă a jocurilor poate stârni imaginația și creativitatea elevilor și îi poate inspira să vină cu idei noi (Caponetto et al., 2014).

Mediile de învățare gamificate necesită adesea ca elevii să interacționeze cu platformele tehnologice, de la codare și programare la instrumente de proiectare virtuală. Prin intermediul acestor experiențe, elevii își dezvoltă abilități tehnologice esențiale, care sunt din ce în ce mai relevante în lumea digitală de astăzi. Amintim faptul că gamificarea face învățarea mai atractivă și mai plăcută prin introducerea unor elemente precum recompense, realizări și urmărirea progresului. Este mai probabil ca elevii să rămână motivați și să se implice în învățarea lor atunci când își pot vedea progresul și primesc feedback instantaneu (Becker et al., 2017).

Jocurile introduc frecvent noi provocări, mecanisme și niveluri. Acest lucru cultivă adaptabilitatea la elevi deoarece aceștia învață să înțeleagă rapid noi concepte și să își adapteze strategiile ca răspuns la scenarii în evoluție - o abilitate extrem de valoroasă într-o lume în schimbare rapidă (Prensky, 2001). Nu în ultimul rând gamificarea oferă feedback continuu elevilor cu privire la performanțele lor, ajutându-i să înțeleagă unde excelează și unde au nevoie de îmbunătățiri. Profesorii pot folosi datele de pe platformele gamificate

pentru a adapta instruirea și a sprijini nevoile individuale ale elevilor. Ca urmare, este evident modul în care, în ultimii ani, odată cu introducerea gamificării în mediile de învățare tradiționale peisajul educațional a fost martorul unei schimbări de tip transformațional. Gamificarea, aplicarea elementelor de design și a mecanicii jocurilor în contexte care nu sunt jocuri, a câștigat teren ca abordare pedagogică, având caracteristica de a spori implicarea, motivația și dezvoltarea abilităților în rândul cursanților. În contextul educației STEM, includerea artelor, mai nou denumită educație STREAM, are ca scop formarea unor indivizi bine pregătiți, dotați cu abilități creative și analitice. Aceasta sinteză explorează relația sinergică dintre gamificare și educația STREAM, evidențiind modul în care abordările gamificate contribuie la rezolvarea problemelor, gândirea critică, colaborarea, inovarea, competența tehnologică și dezvoltarea competențelor holistice.

În concluzie, încorporarea principiilor de gamificare cu educația STREAM prezintă o oportunitate puternică de a îmbunătăți experiența de învățare. Integrarea rezolvării de probleme, a gândirii critice, a colaborării, a inovării, a competenței tehnologice și a adaptabilității se aliniază cu obiectivele ambelor abordări. Pe măsură ce educația evoluează pentru a răspunde cerințelor lumii moderne, sinergia dintre gamificare și educația STREAM deschide calea către un mediu de învățare mai atractiv, mai eficient și mai holistic.

Colaborările interdisciplinare, care presupun integrarea programelor sau activităților din mai multe discipline, în special din discipline STEM și non-STEM, reprezintă una dintre abordările promițătoare pentru îmbunătățirea educației STEM de la grădiniță la liceu. Aceste tehnici multidisciplinare au potențialul de a fi mai eficiente decât abordările tradiționale deoarece, prin îmbinarea STREAM cu gamificarea, automat orele vor deveni mai dinamice. Jocurile le permit elevilor să se miște fizic, să învețe făcând și să se distreze. În numeroase studii s-a demonstrat că exercițiile fizice, cum ar fi cele de recreere, cresc performanța elevilor prin îmbunătățirea condiției fizice, a sănătății psihologice și a funcționării cognitive. Activitatea fizică recreativă îmbunătățește regiunile creierului care influențează funcționarea cognitivă, cum ar fi metabolismul, capacitatea cardiorespiratorie și substanțele neurochimice, conform cercetărilor.

Mai mult, învățarea experiențială, spre deosebire de învățarea pasivă, este esențială pentru ca elevii să fie implicați activ în activitățile de învățare. Profesorii au acordat o atenție deosebită învățării active și interactive deoarece acestea le permit elevilor să interacționeze și să se experimenteze. Datorită caracteristicilor interactive și practice implicate, elevii sunt mai receptivi la o abordare de învățare activă și experiențială. O altă temă cheie desprinsă din îmbinarea celor două domenii este distracția elevilor. Este esențial să se ofere un mediu de învățare interactiv și atractiv pentru a îmbunătăți învățarea activă și experiențială. Persoanele care practică activități în contexte distractive și interactive își sporesc învățarea și performanța mult mai mult decât cele care participă într-un cadru formal. În plus, distracția sporește încrederea și motivația fără grija de a face greșeli.

Atunci când învățarea coincide cu emoții plăcute, oamenii își amintesc mai multe informații, în timp ce emoțiile negative interferează cu învățarea. Neurologii au demonstrat, de asemenea, că atunci când elevii sunt relaxați și fără stres, informațiile

circulă mai uşor prin filtrul emoţional al amigdalei, ceea ce duce la o mai mare recunoaştere, la generarea de conexiuni şi la trăirea unor momente de tip *evrica*.

Educația STREAM cuprinde multidimensionalitatea învățării prin îmbinarea științei, tehnologiei, roboticii, ingineriei, artelor și matematicii într-o abordare coerentă. Prin adoptarea contopită a principiilor STREAM cu gamificarea, profesorii încurajează o generație de elevi dotați nu numai cu competențe tehnice, ci și cu gândire creativă, abilități de rezolvare a problemelor, aptitudini de colaborare și o apreciere a conexiunilor interdisciplinare. Într-o epocă în care inovația prosperă la intersecția dintre discipline, educația STREAM apare ca o filosofie pedagogică transformatoare care îi pregătește pe elevi pentru a prospera într-o lume dinamică (Petcu-Nicola & Opriş, 2023) .

Încorporarea principiilor STREAM în educație este un efort orientat spre viitor, care recunoaște rețeaua complexă de cunoștințe și abilități necesare pentru a avea succes. Pe măsură ce navigăm într-un peisaj global în continuă evoluție, educația STREAM reprezintă o mărturie a puterii învățării holistice și a posibilităților infinite care decurg din disciplinele interconectate.

În plus, utilizarea gamificării în educația STEAM poate face învățarea mai plăcută și mai stimulantă pentru elevi. Prin integrarea elementelor de joc, cum ar fi nivelurile, realizările și recompensele, cadrele didactice pot crea un mediu de învățare captivant și dinamic, care să capteze interesul elevilor și să îi motiveze să exploreze și să înțeleagă în profunzime conceptele STEAM.

Integrarea gamificării în educația STEAM oferă o cale promițătoare pentru îmbunătățirea implicării elevilor, a colaborării, a abilităților de rezolvare a problemelor și a experienței generale de învățare. Pe măsură ce continuăm să explorăm potențialul gamificării în educație, este esențial să adaptăm și să proiectăm experiențe gamificate care să se alinieze la obiectivele specifice de învățare și la nevoile diverse ale elevilor din disciplinele STEAM.

CAPITOLUL 5. **ÎNVĂȚAREA BAZATĂ PE PROIECT ȘI EDUCAȚIA STREAM**

Liliana CIASCAI
Angela PAȘCA-TUȘA
Lavinia-Denisa ȘUTEU

5.1. Învățarea bazată pe proiect

Învățarea bazată pe proiect (Project based learning-PjBL) este o strategie de învățare activă, centrată pe elev (Kokotsaki, 2016**)** și pe învățarea autentică (Stanley, 2018). Hallerman și colaboratorii (2011, p.5), definesc PjBL ca "o metodă de predare sistematică care implică elevii în achiziționarea cunoștințelor și abilităților importante secolului 21, printr-un proces extins, influențat de elev, structurat în jurul întrebărilor complexe și autentice și a produselor și sarcinilor de învățare atent concepute". Procesul de construire a cunoștințelor noi are ca rezultat identificarea unei soluții la o problemă reală, realizarea unui produs sau a unei prezentări în fața unui public din afara instituției educaționale (Hallerman et al., 2011).

Smith (2018) se referă la PjBL ca la o metodă de învățare prin care elevii dobândesc și aplică abilități de cercetare în profunzime pentru a realiza o sarcină de învățare sau pentru a elabora răspunsul la o problemă teoretică sau practică. Hallerman și colegii (2011, p. 12) consideră PjBL ca fiind "o strategie de predare care angajează elevii în învățarea conținuturilor importante". Aceiași autori precizează că unitatea de învățare trebuie construită în jurul proiectului, care se dorește a fi o experiență riguroasă de învățare. Astfel, proiectul, în viziunea sursei citate, cuprinde diferite faze. Adderley (1975) consideră că proiectul nu este o alternativă la alte forme de instruire ci o necesitate, o metodă necesar a fi utilizată de cadrele didactice. Acesta argumentează că PjBL nu urmărește doar să dezvolte studenților capacitatea de a recunoaște, defini și rezolva o problemă sau de a realiza o sarcină, ci creează contextul transferului unor competențe (disciplinare, interdisciplinare sau transdisciplinare) în realizarea produsului.

Sintetizând opiniile citate, conchidem că PjBL: (i) este centrată pe elev; (ii) promovează învățarea autentică și achiziția de cunoștințe prin efort propriu și ca urmare, învățarea de profunzime; (iii) implică cercetare și generarea de ipoteze; (iv) abordează conținuturi complexe (cu sursa în viață); (v) dezvoltă abilitățile elevilor și competențele specifice secolului XXI și solicită aplicarea cunoștințelor și competențelor dobândite; (vi) dezvoltă gândirea critică; (vii) creativitatea elevilor, (viii) abilitățile lor de comunicare și colaborare (Hallerman et al., 2011, p. 13) și (ix) asigură pregătirea elevilor pentru viitoarea profesie. Învățarea bazată pe proiect prezintă și alte atribute, în completarea celor mai sus menționate, care evidențiază diferențele între PjBL și metoda proiectului (Tabelul 5.1).

Tabelul 5.1. Comparație între metoda proiectului și învățarea bazată pe proiect. După Buck Institute for education, Hallerman et al. (2011, p. 59), Stanley (2011, p. 5), TeachThought Staff (2019)

Proiectul	**Învățarea bazată pe proiect**
Face parte dintre metodele tradiționale de instruire și evaluare.	Proiectul reprezintă un cadru în care are loc instruirea.
Reprezintă o componentă a unei unități de învățare, fiind introdus de regulă la finalul acesteia.	Proiectul include cunoștințe din una sau mai multe unități de învățare sau chiar din domenii diverse.
Accentul cade pe utilizarea cunoștințelor de către elevi.	Accentul cade pe construirea cunoștințelor de către elevi, prin efort propriu.
Este centrat pe profesor care organizează, coordonează și monitorizează activitățile din proiect.	Este centrat pe elev. Profesorul are rol de resursă. Elevii realizează managementul proiectului.
Sarcina de învățare este comună și adeseori teoretică.	Sarcina de învățare este autentică.
Profesorul oferă instrucțiunile și materialele necesare.	Elevul proiectează și realizează activitățile asumate, cercetează și solicită sau procură materialele necesare.
Demersul și produsele realizate pot să nu aibă legătură cu viața.	Produsele și realizarea lor au legătură cu viața elevilor.
Finalitatea urmărită este reprezentată de produs.	Finalitatea o reprezintă învățarea unui demers/proces și obținerea unui produs.
Sarcinile au o complexitate redusă, fiind corelate de cunoștințele însușite la un moment dat, respectiv de abilități monodisciplinare.	Sarcinile au complexitate ridicată, necesitând cunoștințe diverse și complexe, abilități inter și transdiciplinare.
Sarcina se poate realiza individual sau în grup mic.	Sarcina se poate realiza doar în colaborare cu colegii și profesorul.
Produsele realizate de elevi (grupele de elevi) sunt similare.	Produsele realizate diferă de la o echipă la alta (în funcție de activitățile din proiect care le revin).
Durata proiectului este de câteva săptămâni.	Durata este de câteva luni.
Elevii sunt văzuți ca învățăcei.	Elevii sunt priviți ca experți.
Rezultatele rămân în școală.	Rezultatele sunt aplicabile în viață.
Prezentarea finală are loc în clasă.	Prezentarea produsului final are loc în fața unui public din exteriorul școlii.

Complexitatea PjBL, așa cum reiese din informațiile de mai sus, îndreptățesc considerarea acestuia drept un cadru de instruire, nu doar o strategie sau metodă (Ciascai,

2022). PjBL este puternic conectată învățării bazate pe investigație (inquiry-based learning- IBL), învățării bazate pe probleme (PbBL) și educației STEM.

În ceea ce privește relația dintre PjBL și PbBL, Ulrich (2016) constată existența unor similitudini în desfășurarea acestora și chiar a unor suprapuneri: PjBL și PbBL urmează trasee similare până la aflarea soluției care poate fi o soluție teoretică sau un produs/ artefact în cazul PjBL respectiv o soluție teoretică în cazul în cazul PbBL. Ciascai (2022) și Strobel și van Barnevald (2009) enumeră câteva caracteristici comune celor două abordări: atât sarcina (PjBL) cât și problema (PbBL) își au sursa în viață și ca urmare sunt slab definite, rezolvarea sarcinii/ problemei presupune investigație, generare de întrebări sau soluții (PjBL) respectiv generare de ipoteze, cercetare și adesea încercare și eroare (PbBL). Ambele demersuri de învățare necesită cunoștințe interdisciplinare. Un produs intermediar al învățării poate fi un prototip (PjBL) sau un model (PbBL). Profesorul are rol de ghid sau tutore (în funcție de vârsta elevilor) în ambele strategii, dar elevii colaborează în echipă în cazul PjBL și participă la activități de muncă în grup, în cazul PbBL. Proiectul se derulează pe parcursul mai multor săptămâni în timp ce rezolvarea problemei se poate face în câteva zile (2-3). Hanney și Savin-Baden (2013) consideră că PjBL include PbBL (apud Ulrich, 2016), iar Larmer și colegii (2015) consideră că diferențele dintre cele două tipuri de abordări ale procesului învățării se regăsesc la nivel teoretic și subiectiv.

Relația PjBL cu învățarea bazată pe investigație (IBL) este una de incluziune: cel mai adesea PjBL include în etapa de realizare propriu-zisă a proiectului IBL. Ambele demarează cu formularea unei/unor probleme sau sarcini colectate din lumea reală și presupun documentare pentru generarea unor soluții posibile și selecția soluțiilor celor mai plauzibile. Ambele implică realizarea unui prototip sau model care este testat și care validat, permite realizarea produsului solicitat. Documentarea este însă mult mai amplă în IBL.

Deducem, din considerațiile de mai sus, că PjBL este o strategie complexă, în fapt un cadru de învățare. Abordarea STREAM poate facilita PjBL deoarece presupune abordarea problemelor cu ajutorul cunoștințelor din domeniile științe, tehnologie, citire, inginerie, arte, matematică, robotică și chiar religie sau educație interculturală (Marchiș et al., 2008; Marchiș, 2009a; Opriș, D. & Opriș, M., 2013; Opriș, 2019b). Așadar, elevii integrează cunoștințele STREAM în demersul învățării bazate pe proiect. Pentru a putea integra aceste cunoștințe STREAM în cadrul PjBL, este necesar ca atât elevii, cât și cadrele didactice să fie familiare cu învățarea bazată pe proiect.

Prezentăm, în cele ce urmează, câteva considerente esențiale privind utilizarea PjBL în predare. Etapele prezentate mai jos permit aplicarea competențelor STREAM, astfel că profesorul poate proiecta o activitate PjBL care să permită elevilor utilizarea acestor competențe.

În literatura de specialitate apare conceptul STEM Project-Based Learning (Capraro & Jones, 2013; Capraro et al., 2016; Rahmania, 2021), astfel că cercetarea în această direcție poate fi extinsă înspre STREAM Project-Based Learning.

5.2. Etapele învățării bazate pe proiect

Etapele și activitățile de învățare bazate pe proiect sunt prezentate în Figura 5.1:

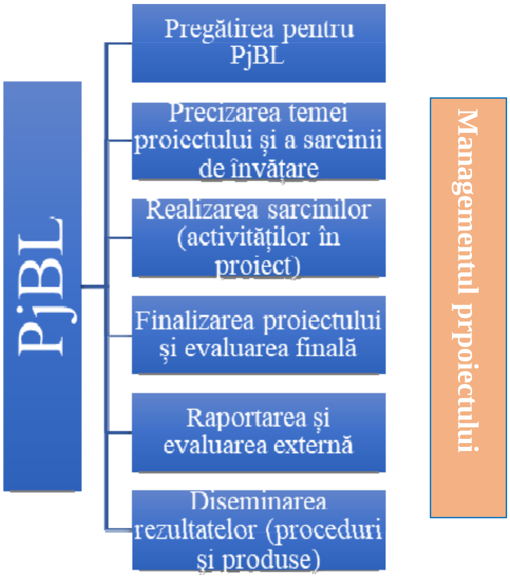


Figura 5.1. Etapele PjBL

Analizăm în cele ce urmează etapele menționate în figura 5.1.

Etapa pregătitoare pentru învățarea bazată pe proiect. Implicarea elevilor într-un proiect sau în învățarea bazată pe proiect presupune realizarea unor activități pregătitoare:

- Stabilirea obiectivelor de învățare în relație cu prevederile curriculumului.
- Organizarea elevilor în echipe. Elevilor li se va cere să-și asume responsabilități referitoare la realizarea sarcinii și roluri: coordonator, specialist, evaluator etc. Profesorul se va asigura că fiecare elev înțelege sarcinile care-i revin și că acestea sunt echitabil distribuite.
- Familiarizarea elevilor cu obiectivele și specificul activităților de proiect și cu abilitățile și competențele necesare (ce activități presupune un proiect și cum se derulează acestea). Profesorul se va asigura că fiecare elev înțelege obiectivele proiectului.

Există o succesiune de întrebări a căror răspunsuri facilitează elevilor dobândirea unei perspective holistice asupra proiectului.

Tabelul 5.2. *Întrebările care orientează elevii cu referire la structura proiectului (Ciascai, 2006, p.247).*

Întrebarea la care se răspunde	Elemente structurale
Ce propun?	Tema proiectului.
De ce?	Justificarea alegerii temei.

Pentru ce / Pentru cine?	Scop. Obiective.
Ce şi cât îmi propun să obţin?	Rezultate aşteptate. Impact.
Ce standarde?	Criterii. Cerințe.
Cu cine?/ Unde?	Grup ţintă. Parteneri în proiect. Localizare.
Cu ce?	Resurse: umane, materiale, informaţionale, financiare, de timp.
Cine ce face?	Responsabilităţi.
Cum se face?	Etape. Activităţi.
Când? Cum?	Termene. Organizarea succesiunii activităților. Priorităţi.
Cum urmăresc şi măsor?	Monitorizare. Metode de verificare. Metode, instrumente şi indicatori de evaluare. Modalităţi de reglare.
Ce transmit / transfer?	Raport de activitate, Activităţi de diseminare. Posibilităţi de continuare a proiectului.

Etapa a I-a. Formularea unei teme sau probleme/sarcini de rezolvat, cu sursa în viața de zi cu zi.

- Pregătirea și oferirea de către profesor sau construirea împreună cu elevii a unei liste de probleme sau sarcini autentice și relevante pentru viața și interesele elevilor, pe care aceștia le pot explora și rezolva. Elevii vor alege din listă o problemă sau o sarcină a cărei rezolvare și-o asumă.
- Precizarea împreună cu elevii a produsului aşteptat (criteriile de succes) și a limitelor și așteptărilor privind desfășurarea proiectului.
- Documentarea în vederea realizării proiectului.
- Conceperea unui plan detaliat al proiectului. Profesorul va ajuta elevii să stabilească etapele de parcurs pentru finalizarea proiectului.
- Organizarea logică a activităților și stabilirea priorităților.
- Elaborarea de calendare, etape și termene limită pentru sarcini, activități comune și etape.

Etapa a II-a. Realizarea sarcinilor – activităților în proiect. Elevii proiectează activitățile de realizat și le implementează.

Profesorul facilitează învățarea acționând ca o persoană resursă și nu ca un dirijor al activității elevilor:

- formulează întrebări care să ghideze studenții pe parcursul proiectului. Întrebările vor fi deschise, ca să le stimuleze curiozitatea și gândirea critică;
- oferă suport, resurse și îndrumări după caz/la solicitare;
- răspunde solicitărilor de materiale necesare fiecărei echipe;

- încurajează elevii să exploreze mai multe resurse și perspective identificate;
- sprijină colaborarea și comunicarea eficientă în echipă;
- încurajează colaborarea și comunicarea membrilor echipei proiectului;
- urmărește regulat progresul echipelor și al fiecărui elev;
- identifică eventualele obstacole și oferă sprijin pentru depășirea acestora, atunci când este nevoie.

Etapa a III-a. Finalizarea proiectului și evaluarea internă. Elevii realizează următoarele acțiuni:

- prezintă modul în care au rezolvat sarcinile individuale;
- reflectează asupra modului de realizare a sarcinilor, a dificultăților întâmpinate și a modului de depășire al acestora.

Profesorul, la rândul său sprijină activitatea de prezentare a activității în proiect și de evaluare internă:

- asigură condițiile necesare elevilor ca să reflecteze asupra învățării și progresului individual;
- încurajează membrii echipelor să reflecteze asupra propriilor sarcini și să identifice ce au învățat și cum pot îmbunătăți procesul;
- Sprijină elevii să-și revizuiască și să-și îmbunătățească munca pe baza feedback-ului oferit de colegii din echipă.

Etapa a IV-a. Raportarea și evaluarea externă. În această etapă profesorul:

- sprijină activitatea de raportare, asigurând materialele necesare și un public interesat de tema proiectului,
- stimulează împărtășirea experiențelor individuale și ale echipelor asigurând un mediu propice discuțiilor constructive.

Elevii realizează următoarele acțiuni:

- prezintă rezolvarea sarcinii asumate de echipă și produsul realizat.
- demonstrează modul în care au rezolvat sarcina (ca să învețe astfel unii de la alții);
- răspund întrebărilor, oferă clarificări și formulează concluzii;
- demonstrează deschidere față de feedback-ul oferit de audiență și o atitudine constructivă, centrată pe optimizarea performanțelor.

Etapa a V-a. Diseminarea rezultatelor proiectului. Această diseminare se poate face prin:

- Întocmirea unui raport sinteză care precizează obiectivele proiectului, metodologia utilizată, rezultatele sau produsele obținute și concluziile. Raportul va conține informații, date și grafice menite să susțină afirmațiile.
- Expoziții cu produsele proiectului.
- Participarea la sesiunile științifice ale elevilor pentru diseminarea rezultatelor proiectului.
- Prezentarea proiectului în revista școlii, prin materiale vizuale (fotografii sau video clipuri) pe site-ul școlii sau în rețelele de socializare la care elevii au acces (permis).
- Organizarea de sesiuni de formare sau ateliere pentru a împărtăși bunele practici însușite în proiect.

- Colaborarea cu parteneri interesați de tematica proiectului și de realizările proiectului pentru a optimiza rezultatele obținute și practicile viitoare.

Managementul proiectului se va concentra asupra bunei desfășurări a activităților. O atenție deosebită va fi acordată distribuției rolurilor asumate de elevi în echipele din proiect, realizării sarcinilor aferente și managementului conflictului. De asemenea, profesorul va stimula gândirea critică și creativitatea elevilor.

5.3. Aplicație a PjBL

Tema activităților de învățare bazate pe proiect, descrisă în cele ce urmează, o constituie realizarea unei grădini a instituției școlare.

Tabelul 5.3. Aplicație STREAM & PjBL. Construirea grădinii unei școli

Etapa	Obiective și evaluare	Activitatea	Sarcini	Conexiuni STREAM
Etapa I. Documentare	O1. Identificarea și selectarea a trei proiecte ale unor grădini amenajate la nivelul instituțiilor școlare. E1. Trei schițe ale unor grădini amenajate la nivelul unor instituții școlare.	A1.1. Vizitarea unor instituții școlare care dispun de grădini amenajate.	S.1. Realizarea unor hărți ale grădinilor vizitate. S.2. Colectarea de imagini cu zone din grădinile vizitate. S.3. Colectarea de informații (cum au gândit grădina, ce dificultăți au întâmpinat, cum au depășit dificultățile, sugestii de optimizare etc.) de la persoane cheie din instituțiile școlare vizitate.	Matematică: analiza formei geometrice a grădinilor vizitate, calculul unor dimensiuni și suprafețe. Științe: cunoștințe despre plantele existente în grădinile vizitate. Inginerie: aranjamente florale. Comunicarea folosind limbajul științific și tehnic: jurnalul vizitei.
		A1.2. Documen-tarea utilizând resurse Web credibile.	S.4. Colectarea de imagini referitoare la amenajarea grădinilor școlare. S.5. Tururi virtuale ale grădinilor instituțiilor școlare vizitate. S.6. Colectarea de informații, de la	Tehnologii digitale: utilizarea instrumentelor digitale.

			instituțiile școlare vizitate online, privind grădinile amenajate.	
		A1.3. Documenta-rea din resurse asigurate de către profesor, experți etc.	S.7. Studiul unor materiale de promovare realizate de instituții școlare care posedă grădini amenajate. S.8. Studiul unor enciclopedii botanice.	Lectura textelor științifice: prezentarea cunoștințelor dobândite
Etapa a II-a. Proiectarea grădinii	O2. Proiectarea grădinii instituției școlare. E2. Proiectul grădinii	A2.1. Analiza spațiului disponibil pentru amenajarea grădinii instituției școlare.	S.9. Realizarea unei hărți a spațiului alocat viitoarei grădini (granițe, tipul de teren etc.).	Matematică: calcul de suprafețe, dimensiuni, forme geometrice
		A2.2. Structurarea spațiului alocat grădinii: grădină de plante, spațiu de lucru, zonă de relaxare, spațiu de joacă.	S.10. Stabilirea zonelor necesar a fi incluse în structura grădinii: grădină de plante, spațiu de lucru, zonă de relaxare, spațiu de joacă.	Matematică: parcelarea suprafeței alocate viitoarei grădini.
		A2.3. Elaborarea planului grădinii instituției școlare.	S.11. Stabilirea, suprafețelor, designului și dotărilor necesare fiecărei zone a grădinii: - grădina de plante conținând cel puțin	Matematică: Forma geometrică a fiecărei suprafețe, calculul dimensiunilor acestora. Științe: descrierea plantelor și a ciclului

			10 plante care înfloresc în diferite perioade ale anului, copăcei și tufișuri; - spațiu de relaxare: număr de scaune, măsuțe, bănci, sezlonguri, paravane și corturi; - spațiu de lucru: număr de mese de lucru, scaune, sursă de apă și copertine; - spațiu de joacă: coș de baschet, mese de ping pong, leagăne și balansoar, bârne, ascunzisuri, colibă etc.	lor de viață. Inginerie horticolă: amenajarea grădinii de plante. Inginerie, și Tehnologie: -proiectarea și realizarea sistemului de irigare și spălare; - proiectarea și confecționarea mobilierului folosind buturugi și paleți, bețe și pânză impermeabilă; - folosirea materialelor reciclabile pentru realizarea mobilierului spațiului de lucru și joacă. Științe: cunoștințe despre materiale: lemn, oțel, pânză, material prefabricate. Arte: decorarea mobilierului grădinii.
Etapa a III-a. Realizarea grădinii	O3. Implementarea planului grădinii. E3. Ghid de bune practici privind amenajarea grădinilor și norme de comportament în grădină.	A3.1. Procurarea resurselor financiare, materiale și umane necesare pentru amenajarea grădinii	S.12. Colectarea de fonduri/donații prin târguri organizate la nivelul instituției școlare și localității. S.13. Solicitarea de fonduri de la Primărie și colectarea de fonduri prin sponsorizări. S.14. Confecționarea	Tehnologie. confecționarea de produse: mărțișoare, tablouri etc. Educație financiar-contabilă: estimarea unor costuri. Matematică: balanță contabilă. Științe, inginerie și

			unei machete a grădinii	tehnologie: confecționarea de prototipuri ale obiectelor de mobilier.
		A3.2. Amenajarea spațiilor grădinii.	S.15. Implicarea părinților și membrilor comunității, alături de elevi în amenajarea spațiilor grădinii.	Științe, Matematică, Tehnologie și Inginerie: utilizarea în practică a cunoștințelor și abilităților specifice; -folosirea instrumentelor de măsurare; -utilizarea instrumentelor de grădinărit.
Etapa a IV-a. Diseminarea experienței de realizare a grădinii	O4. Realizarea de materiale de promovare a grădinii și experiențelor de învățare. E4. Harta grădinii E5. Plan de optimizare a grădinii	A4.1. Prezentarea grădinii la nivelul școlii.	S.16. Ghidarea vizitării grădinii (panouri, elev ghid). S.17. Elaborarea materialelor de promovare a grădinii: pliante, pptx, afișe.	Scrierea științifică: tăblițe de prezentare a plantelor, a indicațiilor de orientare și a regulilor de comportare. Arte: decorarea materialelor de prezentare
		A4.2. Prezentarea grădinii la nivelul membrilor comunității.	S.18. Ghidarea vizitei grădinii pentru membrii comunității. S.19. Realizarea unui tur virtual al grădinii.	Tehnologii digitale: realizarea de materiale statice și video de prezentare a grădinii.
		A4.3. Reflecție asupra cunoștințelor acumulate în realizarea grădinii.	S.20. Elaborarea unor sinteze asupra cunoștințelor dobândite: cunoștințe din domeniul botanicii (ciclul de viață al plantelor), matematicii (calcul de suprafețe), de	Scrierea științifică: redactarea unui raport sinteză asupra procesului realizării grădinii.

			tehnologie și inginerie (privind proiectarea unor structuri, spre ex. un cort; privind proprietățile unor materiale: lemn, fier etc. și relația dintre proprietățile materialelor și utilizarea lor), arte (designul materialelor de promovare și prezentare). S.21. Demonstrarea abilităților dobândite: abilități de calcul matematic, de citire și realizare a unor hărți, de comunicare, de confecționare a unor produse, de utilizare corectă a unor instrumente de lucru, de realizarea unor produse artizanale.	

Realizarea proiectului implică colaborarea elevilor, comunității școlare, a Primăriei și părinților. Ca urmare, realizarea grădinii este prevăzută să dureze cinci săptămâni.

Tabelul 5.4. Diagrama Gantt a proiectului

	Săpt. 1	Săpt. 2	Săpt. 3	Săpt. 4	Săpt. 5
A1.1. Vizitarea unor instituții școlare care dispun de grădini amenjate.					
A1.2. Documentarea utilizând resurse Web credibile.					
A1.3. Documentarea din resurse					

asigurate de profesor, experți etc.					
A2.1. Analiza spațiului disponibil pentru amenajarea grădinii instituției școlare.					
A2.2. Structurarea spațiului alocat grădinii: grădină de plante, spațiu de lucru, zonă de relaxare, spațiu de joacă.					
A2.3. Elaborarea planului grădinii instituției școlare.					
A3.1. Procurarea resurselor financiare, materiale și umane necesare pentru amenajarea grădinii.					
A3.2. Amenajarea spațiilor grădinii.					
A4.1. Prezentarea grădinii la nivelul școlii.					
A4.2. Prezentarea grădinii membrilor comunității.					
A4.3. Reflecție asupra cunoștințelor acumulate în realizarea grădinii.					

Prezentăm, în cele ce urmează, structura fișei elaborate de elevi referitor la Sarcina 1. Realizarea unor hărți ale grădinilor vizitate. Fișa conține două componente: A. Reflecția asupra cunoștințelor și B. Prezentarea (desen, fotografie, demonstrație etc.) a produsului intermediar - cu care se finalizează sarcina 1.

A. Reflecția asupra cunoștințelor

Reflecție	Explicație (exemplificare)
Ce știam înainte de realizarea sarcinii?	Există hărți diverse: hărți fizice, hărți rutiere, hărți cu cod poștal etc.
Ce puteam face înainte de realizarea sarcinii?	Să localizez un obiectiv pe o hartă (google map sau hartă pe hârtie). Să urmez un traseu pe o hartă. Să utilizez o hartă digitală. Să utilizez ruleta și compasul ca sa calculez distanțe pe teren.
Ce știu acum?	Există o diversitate foarte mare de hărți, spre exemplu, hărți topografice, hărți politice, hărți cu fus orar, hărți geologice etc.
Ce pot să fac	Să calculez distanțe pe hartă.

acum? Să utilizez figuri geometrice pentru a construi harta.
Să întocmesc legenda și să stabilesc scara la care e realizată harta.
Să calculez dimensiuni și suprafețe ca să întocmesc o hartă.
Să utilizez telemetrul ca să măsor distanțe.
Să folosesc instrumente digitale (inclusiv telefonul) ca să măsor lungimi și să calculez distanțe.

B. Produsul realizat: Harta unei grădini



Ca și cadru de învățare, PjBL facilitează abordările STEM/STEAM și STREAM prin faptul că are ca obiect rezolvarea de probleme cu sursa în viață și realizarea unor produse concrete.

Concluzii și dezvoltări

Învățarea bazată pe proiect reprezintă o strategie activă de predare și învățare care implică reflecția și gândirea critică în căutarea, identificarea, împărtășirea informațiilor relevante și însușirea de cunoștințe în cadrul procesului de învățare.

Parteneriatul care se stabilește între elevi, profesori/ experți și membrii comunității favorizează comunicarea, dialogul și schimbul de informații relevante pentru experiențele de învățare ale elevilor. Totodată conduce la consolidarea relațiilor dintre factorii implicați în educație.

PjBL contribuie deci la creșterea gradului de socializare al elevilor și la sporirea interesului lor pentru activitățile derulate la nivelul comunității sau pe piața muncii. De asemenea, sprijină formarea competențelor antreprenoriale necesare educației pentru un viitor aflat mereu în schimbare.

Mențiune: contribuții la elaborarea acestui capitol: 5.1.1., 5.1.2 AP-T &LC, 51.3.LDȘ

CAPITOLUL 6. **ÎNVĂȚAREA BAZATĂ PE INVESTIGAȚIE ȘI STREAM ÎN PREDAREA MATEMATICII LA CICLUL PRIMAR**

Ioana-Cristina MAGDAȘ

6.1. Învățarea matematicii în ciclul primar

Curriculumul pentru învățământul primar introduce la clasa pregătitoare și clasele I și a II-a disciplina Matematică și explorarea mediului (MEM) în cadrul ariei curriculare Matematică și Științe ale naturii. Prin această disciplină se realizează, pentru prima dată în învățământul românesc, o abordare integrată a conceptelor specifice domeniilor Matematică și Științe ale naturii. Conform Notei de prezentare a programelor școlare pentru aceste clase, principalele motive care au determinat abordarea integrată a matematicii și a unor elemente de științe ale naturii în cadrul aceleiași programe sunt următoarele:

„- O învățare holistică la această vârstă are mai multe șanse să fie interesantă pentru elevi, fiind mai apropiată de universul lor de cunoaștere.
- Contextualizarea învățării prin referirea la realitatea înconjurătoare sporește profunzimea înțelegerii conceptelor și a procedurilor utilizate.
- Armonizarea celor două domenii: matematică și științe permite folosirea mai eficientă a timpului didactic și mărește flexibilitatea interacțiunilor" (MEN, 2013).

La clasele a III-a și a IV-a curriculumul învățământului primar păstrează disciplina Matematică în cadrul aceleiași arii curriculare Matematică și Științe ale naturii. Potrivit Notei de prezentare a programei școlare „elevii sunt sprijiniți să gândească critic asupra problemelor cotidiene, să identifice soluții și să rezolve probleme utilizând metode diverse. Matematica devine astfel o cale prin care pot fi rezolvate probleme curente, dezvoltând cunoștințe, abilități și atitudini utile în studiul altor discipline, în profesia viitoare și pentru viață" (MEN, 2014).

Pornind de la aceste considerente curriculare, demersul didactic general întreprins pentru formarea unui concept matematic a fost propus de Magdaș (2022) și este prezentat în Figura 6.1. În acest model sunt specificate mai multe etape didactice și ordinea lor de parcurgere (ibidem, 2022, p. 35-37). Pe baza acestui model integrarea cunoștințelor poate fi făcută în etapa inițială a demersului didactic în care elevii analizează situații cotidiene sau de la alte discipline și descoperă necesitatea introducerii unui concept matematic, sau în etapa finală în care elevii au deja baza matematică necesară aplicării conceptului în situații cotidiene sau de la alte discipline. Noutatea acestui model constă în faptul că pune la dispoziția profesorilor un mod de abordare sistematică și holistică a conceptelor matematice. Dacă în învățământul românesc tradițional accentul se punea pe abordările intradisciplinare, în învățământul actual această abordare se extinde în zona aplicațiilor matematice și a utilizării cunoștințelor în diferite situații cotidiene sau de la alte discipline. Exact această parte complementară matematicii este avută în vedere la testele

internaționale TIMSS și PISA, ea fiind totodată deficitară în învățământul românesc. În cele ce urmează vom exemplifica modul în care învățarea matematicii se poate face prin investigație și abordări de tip STEM și derivatele sale STEAM, STREAM etc.

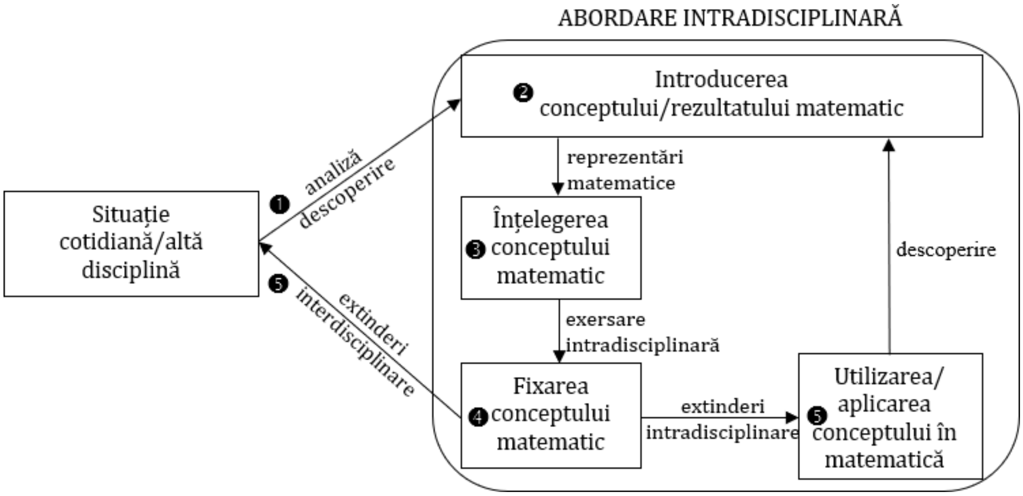


Figura 6.1. Demers didactic general pentru formarea conceptelor matematice (Magdaș, 2022, p. 37)

6.2. Cadrul învățării matematicii prin investigație și STREAM

Inquiry (ancheta în traducere literală) cunoaște în practica didactică două modalități strategice de abordare: Inquiry Learning (învățarea prin investigație-IL) și Inquiry Based Learning (învățarea bazată pe investigație-IBL). Acestea două se diferențiază prin faptul că prima implică integrarea într-o strategie a investigației, iar a doua plasează întreg demersul învățării într-un cadru investigativ. Acest cadru include etape de (auto)interogație, documentare, cercetare și foarte multă reflecție.

Orice abordare de tip STEM (și derivatele sale STEAM, STREAM etc.) beneficiază de introducerea unor secvențe de investigație. Învățarea devine mai profundă atunci când cadrul de învățare IBL include și STEM; altfel spus atunci când mediul de învățare este de tip blended: STEM+ și IBL.

Detaliem în cele ce urmează etapele unui demers de învățare bazat pe investigație și STEM (STEAM, STREAM), uşor de integrat în activitățile de învățare la matematică. Fundamentul acestui demers îl reprezintă modelul IBL, pornind de la care se dezvoltă activități STEM (STEM +) disciplinare sau integrate.

Tabelul 6.1. Structura proiectului unei activități de învățare care implică STEM și IBL (preluare după Ciascai, 2022)

Etape	**Învățarea bazată pe investigație (IBL)**	**STEM/ STEM+**
Angajare	Identificarea unei întrebări/probleme de investigat.	Căutarea răspunsului într-un domeniu STEM.
	Derivarea întrebării/problemei în sub-probleme și întrebări.	Căutarea altor domenii (STEM) care pot oferi răspunsuri.
Documentare	Căutarea informațiilor referitoare la problemă.	Analiza domeniilor STEM care pot furniza răspunsurile căutate.
	Rafinarea întrebărilor prin reflecție.	Delimitarea domeniilor STEM de interes.
Elaborarea explicației/ produsului	Formularea unei ipoteze (predicții) privind soluționarea problemei respectiv confecționarea unui prototip/model.	Realizarea de conexiuni între domeniile STEM.
	Testarea ipotezei/ modelului sau analiza informațiilor	Realizarea de conexiuni între domeniile STEM.
Concluzio-nare și aplicare	Procesarea informațiilor. Formularea unei explicații/soluții/produs.	Utilizarea conceptelor cheie și nucleu și demonstrarea abilităților disciplinare, inter și transdisciplinare (STEM).
Comunica-re și reflecție	Comunicarea noilor cunoștințe. Reflecție asupra noilor cunoștințe și a procesului inquiry.	Utilizarea conceptelor cheie și nucleu. Revizuirea achizițiilor specifice domeniilor particulare STEM și inter/transdisciplinare (abordarea integrată STEM).

Așa cum evidențiază modelul IBL prezentat în Tabelul 6.1, conexiunea IBL – STEM se face la nivelul fiecărei etape, fie prin abordări monodisciplinare STEM fie prin abordări integrate.

6.3. Exemplificarea modelului: Șirul lui Fibonacci

Pentru exemplificarea modelului de învățare propus, care integrează inquiry și STEM (STEAM, STREAM), ne vom referi la o activitate de matematică realizată la nivelul învățământului primar, din care vom extrage problema de investigat.

Tabelul 6.2. Structura proiectului unei activități de învățare care implică STEM și IBL pentru tema Șirul lui Fibonacci (începând cu clasa I)

Etape	**Învățarea bazată pe investigație (IBL)**	**STEM/ STEM+**
Angajare	Ce flori sunt în imagini și câte petale au?	Biologie: Identificarea florilor și a numărului de petale din imagini (surse web). 1 petală (Cală)  2 petale (Euphorbia milli/ Coroana cu spini)  3 petale și 3 sepale (Crin)  5 petale (Panseluță)  8 petale (Margaretă)  13 petale (Margaretă)  21 petale (Floarea soarelui)

		
	Scrieți șirul crescător al numerelor de petale. Descoperiți regula de construire a șirului și apoi scrieți numărul din șir care urmează.	Matematică: 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21. Se observă că fiecare număr este suma celor două numere precedente. Deci numărul care urmează este 13 + 21 = 34.
	Ce știți despre fiecare floare în parte? Cum sunt așezate semințele la floarea soarelui? Numărați câte spirale de semințe sunt de la stânga la dreapta și apoi numărul de spirale de la dreapta spre stânga. Ce observați?	Biologie: Se discută despre fiecare tip de floare în parte. La floarea soarelui se discută despre semințele acesteia, din care se extrage uleiul de floarea soarelui. Elevii observă că semințele sunt așezate în spirale care pot fi privite atât de la stânga spre dreapta cât și dinspre dreapta spre stânga. Matematică: Sunt 34 de spirale de la stânga spre dreapta și 21 de spirale de la dreapta spre stânga. Se observă că numărul de spirale diferă în funcție de cum îl numărăm. Numărul de spirale de la dreapta la stânga este egal cu numărul de petale, iar numărul de spirale de la stânga spre dreapta este următorul număr din șir.
	Ați mai întâlnit acest șir? Știe cineva ce nume are acest șir? Cine a fost Fibonacci?	Șirul se numește Șirul lui Fibonacci. Leonardo Fibonacci s-a născut în jurul anului 1170, într-o familie înstărită. Este cunoscut ca unul din cei mai talentați matematicieni ai evului mediu occidental.
Documentare	De ce sunt celebri Fibonacci și șirul de numere propus de el?	Fibonacci este cunoscut mai ales pentru introducerea în matematică a scrierii numerelor în sistem zecimal cu cifre arabe (în locul cifrelor romane), a liniei de fracție, a semnului pentru rădăcina pătrată. Numerele lui Fibonacci se regăsesc în natură, spre exemplu: - numărul petalelor florilor sunt cifre din șirul lui Fibonnaci: crinul are 3 petale; cicoarea are 21 petale; floarea soarelui are 21, 34 sau 55 petale și dacă are 34 spirale orientate spre dreapta atunci are 21 sau 55 spirale orientate spre stânga (toate numere Fibonacci);

		- cochilia melcilor; - numărul și dimensiunile degetelor mâinii și elementele constitutive ale acestora.
	În ce alte (sub)domenii se mai regăsește șirul lui Fibonnaci	(https://view.livresq.com/view/5f32d364d84f7a6a5a6864f0/) Arhitectură: Schița lui Giovanni di Gherardo da Prato (1426) care a proiectat cupola Catedralei Santa Maria del Fiore din Florența prezintă numerele Fibonacci, 55, 89 și 144, precum și 17 și 72 care sunt jumătate din numerele lui Fibonacci 34 și 144 (Posamentier & Lehmannm, 2007, p. 239). Arta: o serie de picturi sau statui pot fi interpretate folosind raportul de aur (construit folosind numere Fibonacci).
Elaborarea explicației	Formulați o ipoteză care să facă referire la numerele lui Fibonacci. Construiți un produs care să ilustreze cel puțin cinci numere din șirul lui Fibonacci. Veți folosi cel puțin cinci materiale cu proprietăți diferite.	Ipoteza 1: Numărul de spirale ale conurilor de brad sunt numere Fibonacci. Ipoteza 2. Aranjamentul frunzelor sau petalelor florilor se face astfel încât fiecare să primească maximum de lumină. Așa se explică și spiralele semințelor de floarea soarelui. Produs solicitat: un model de arbore/brad/buchet din materiale diferite (plastilină, crenguțe de lemn, paste făinoase, hârtie etc.) a căror număr de ramuri să se regăsească în șirul lui Fibonacci. Decorați modelul cu diferite obiecte realizate prin diferite tehnici (origami, tăiere și lipire, tăiere și colorare, reciclarea unor materiale etc.)
	Testarea ipotezei. Realizarea unui prototip al produsului solicitat.	Biologie: observarea și numărarea spiralelor unor conuri de brad. Biologie: numărul frunzelor, petalelor sau al spiralelor de semințe nu ilustrează întotdeauna numere Fibonacci datorită existenței unor constrângeri fizice. STREAM: se proiectează modelul de arbore (inginerie); se aleg materiale diferite care vor fi utilizate la confecționarea modelului (tehnologie); numărul crengilor și crenguțelor vor reprezenta numere din șirul lui Fibonacci (matematică); se decorează modelul de arbore (artă); se denumesc și prezintă proprietățile materialelor utilizate (scrierea științifică).

Concluzii și aplicare	Importanța șirului	Șirul lui Fibonacci include numere care se regăsesc în natură și arte (pictură, sculptură, muzică, arhitectură). Conexiunea dintre Șirul lui Fibonacci și proporția de aur (dreptunghiul de aur) în pictură, spre exemplu.
Comunicare și reflecție	Comunicarea noilor cunoștințe.	Numere Fibonacci se regăsesc în toate domeniile. În cazul frunzelor și semințelor fiecare frunză/sământă este astfel poziționată încât să incomodeze/să fie incomodată cât mai puțin de alte frunze și semințe.
	Reflecție asupra noilor cunoștințe, a procesului investigației și a importanței abordărilor STEM.	Numerele din șirul lui Fibonacci se regăsesc frecvent în natură, oamenii le recunosc și le asociază cu echilibrul și armonia și ca urmare, le folosesc în realizările lor din diverse domenii.

Tabelul 6.2. ilustrează modul în care cunoștințele STREAM se construiesc pornind de la cele de matematică.

În concluzie, elevii identifică prezența în natură a numerelor din șirul lui Fibonacci și le integrează în sistemul cognitiv, prin efort propriu. De asemenea, în contextul activităților IBL și STEM își dezvoltă abilitățile matematice, inter și transdisciplinare și își aprofundează și extind cunoașterea.

Capitolul 7. **INVESTIGAȚIA (INQUIRY) ÎN ABORDĂRILE INTEGRATE STEM, STEAM, STREAM**

Vasile-Grigore TURȘAN
Cristina-Florina POP
Liliana CIASCAI

7.1 Inquiry - Prezentare generală

Investigația (inquiry) reprezintă o metodă de cercetare (limba română: ancheta) care implică adresarea de întrebări pentru aflarea unor informații. Inquiry contribuie la dezvoltarea abilităților de cercetare și facilitează înțelegerea subiectelor abordate (Bybee, 2009; Northern, 2019).

Învățarea prin investigație/Inquiry learning (IL) reprezintă o metodă de predare-învățare care solicită elevii să adreseze întrebări, să caute răspunsuri (Harlem, 2013 citat de Gholam, 2019) și să rezolve probleme în mod independent.

Inquiry Based Learning/Învățarea bazată pe investigație (IBL) este o abordare centrată pe elev. Investigația demarează în practica didactică prin confruntarea elevilor cu o problemă iar gândirea elevilor este condusă prin întrebări derivate din problemă. Întrebările utilizate sunt cele numite în literatura anglofonă W questions: întrebări de memorie (cine, ce, când) respectiv de gândire (cum, de ce, din ce cauză, în ce condiții). Documentarea și experimentul, atunci când este utilizat, are rolul de a furniza dovezile necesare pentru avansarea de supoziții (ipoteze sau predicții), de explicații, realizarea unor teste, colectarea datelor și interpretarea acestora.

Demersul IBL, în care elevii sunt principalii protagoniști ai învăţării, îl situează pe profesor în rolul de asistent, observator, ghid. El impune oferirea unui feed-back continuu, de fiecare dată când este cazul, pentru orientarea elevilor spre acțiunile necesare unei investigații corecte.

Beneficiile învățării bazate pe investigație includ (Llevellyn, 2012):

- Gândirea critică – elevii sunt încurajați să analizeze și să evalueze informațiile pe care le primesc sau le găsesc și să verifice dacă sursele sunt autentice (Hammerman, 2006).
- Rezolvarea de probleme – elevii își dezvoltă abilitățile de rezolvare de probleme deoarece li se oferă oportunitatea de a dezvolta strategii pentru a găsi răspunsuri și soluții.
- Creativitatea – când explorează/investighează o problemă elevii vin adesea cu soluții creative care contribuie la dezvoltarea gândirii inovatoare.
- Comunicarea – munca în echipă îi ajută pe elevi să își exprime gândurile și ideile, învățând unii de la alții.

Etape și atribute IBL

Etapele IBL, care variază în funcție de context și de nivelul de învățare, sunt următoarele:

i. Formularea problemei.
ii. Cercetarea problemei.
iii. Identificarea resurselor/surselor (texte, filmulețe/documentare, interviuri cu specialiști, experimente etc.) posibil a fi utilizate pentru înțelegerea și rezolvarea problemei.
iv. Formularea unor supoziții care urmează a fi argumentate prin dovezile identificate în etapa de documentare sau prin testarea lor prin activități experimentale.
v. Analiza informațiilor și elaborarea explicațiilor bazate pe dovezi și cunoștințe științifice.
vi. Comunicarea rezultatelor.
vii. Reflecția asupra procesului de învățare și a rezultatelor obținute.

În procesul rezolutiv elevii pot să revină oricând la etape anterioare ale investigației și să modifice direcția demersului investigativ în funcție de informațiile descoperite pe parcurs.

Nivelele învățării bazate pe investigație sunt descrise de Llevellyn (2012). Acesta prezintă patru nivele, diferențiate și ierarhizate în funcție de activitatea profesorului și activitatea elevului pentru fiecare nivel.

- Învățarea bazată pe investigație demonstrativă – profesorul ajută elevii să dobândească cunoștințe și să-și dezvolte abilitățile de rezolvare de probleme.
- Învățarea bazată pe investigație ghidată – profesorul oferă suport/sprijin elevilor pentru a identifica resursele și a dezvolta strategiile necesare rezolvării problemelor.
- Învățarea bazată pe investigație structurată – profesorul ajută elevul să realizeze sarcina prin oferirea de resurse și indicații relaționate colectării datelor.
- Învățarea bazată pe investigație inițiată și condusă de elev – profesorul îi ajută pe elevi să găsească răspunsuri la întrebări și soluții la probleme.

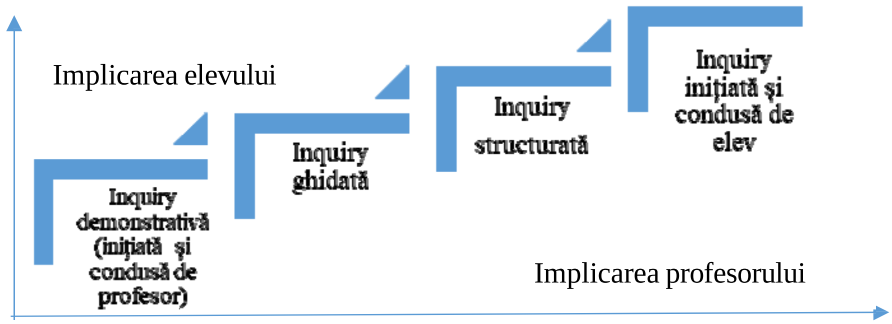


Figura 7.1. Tipologia inquiry și implicarea profesorului și elevilor în activitățile inquiry (Llevellyn, 2012, p. 12)

Modele inquiry

Există mai multe modele inquiry utilizate în procesul de predare-învățare. Unele dintre acestea sunt specifice procesului cunoașterii științifice, spre ex. ciclurile 5E și 7E prezentate în Capitolul 1. Acestora li se alătură următoarele:

- Cadrul MORE (Model – Observație – Reflecție - Explicație), dezvoltat de Tien, Rickey și Stacy (1999).
- Cadrul POE (Predicție – Observație – Explicație), propus de Campagne, Klopher și Anderson (1980).
- Cadrul de gândire euristic (Angajare – Pregătirea pentru investigație – Investigație – Pregătirea raportului – Raportarea și reluarea ciclului fie de la Angajare fie de la Pregătirea investigației), propus de Magnusson, Palincsar și Templin (2006).

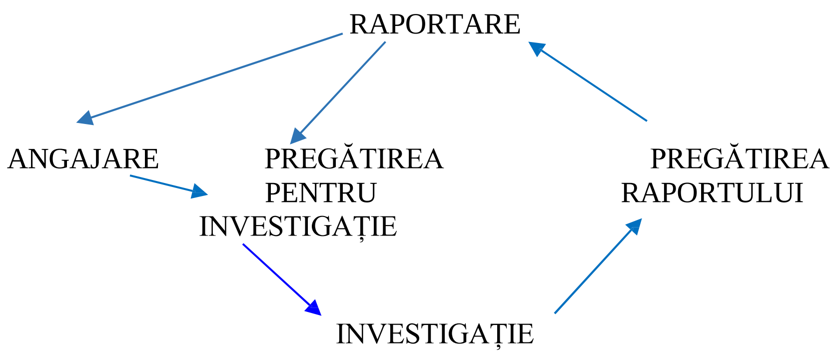


Figura 7.2. Cadrul de gândire euristic (Magnusson, Palincsar &Templin, 2006)

Eficiența IBL crește prin utilizarea tehnologiilor digitale, care facilitează acţiuni care trebuie realizate în contextul învățării, precum căutarea, captarea, analizarea și prezentarea datelor (de Jong et. al, 2014; Hrast & Savec, 2018).

Morze et. al (2018) consideră că etapele IBL facilitează implementarea tehnologiilor educaționale în procesul de învățare. Prin urmare, în viitor dezvoltarea în domeniul IBL va beneficia de învățarea bazată pe tehnologie și vice-versa. Van der Graaf (2020) susține că atât resursele informale cât și laboratoarele practice, fie ele fizice cât și virtuale, pot contribui la îmbunătăţirea învăţării.

7.2. Conexiuni ale învățării bazate pe investigație cu abordările STEM/STEAM/STREAM

Pentru promovarea interdisciplinarității în activitățile didactice este foarte important aportul fiecărei discipline:

- ştiinţa ca mijloc de cunoaştere a mediului înconjurător;
- tehnologia ca modalitate de îmbunătăţire a soluţiilor;
- ingineria ca modalitate de a rezolva probleme reale;

- matematica – un mod de a descrie, analiza şi rezolva problemele societăţii (Morze et. al., 2018).

Educaţia STEM integrează conţinuturi şi competenţe variate. Pentru asimilarea acestora, este necesară utilizarea în procesul educaţional a unor resurse potrivite vârstei și cunoştințelor elevilor, scopurilor propuse, nevoilor de învățare etc.

Această diversitate de conținuturi și abilități (interdisciplinare, transdisciplinare), poate fi abordată prin utilizarea IBL la clasă în vederea îmbunătăţirii învăţării în domeniile STEM. Miles şi Ainscow (2010) sunt de părere că utilizarea consecventă a IBL este importantă pentru atingerea obiectivelor propuse de abordarea STEM. Un studiu realizat în 2021 cu privire la utilizarea IBL de către profesorii care abordează STEM, concluzionează că această metodă influenţează în mod pozitiv achiziţia de cunoştinţe şi înţelegerea conceptelor (Kaya & Sardag, 2021). În acest sens Bybee (2010) este de părere că educaţia STEM ajută elevii să înțeleagă mecanismul fenomenelor şi le oferă sprijin în utilizarea tehnologiilor. Dimensiunea de înțelegere a învăţării poate ajuta la dezvoltarea unor abilităţi practice STEM.

Modelele de învățare la științe (5E, 7E) respectiv modelele inquiry mai sus prezentate pot fi aplicate și în abordările centrate pe disciplinele STEM/STEAM/STREAM, facilitând învățarea activă și dezvoltarea abilităților în aceste domenii.

Abordările integrate STEM, STEAM și STREAM vizează stimularea gândirii critice, a creativității și rezolvării de probleme și ca urmare, așa cum s-a arătat deja în capitolele precedente, reprezintă o prioritate în activitatea cadrelor didactice.

Abordarea integrată STEM poate contribui la dezvoltarea unor moduri noi de gândire a elevilor, la creşterea curiozităţii și la sporirea concentrării asupra sarcinilor pe care le au de îndeplinit (Kaya & Sardag, 2021).

Factorii care contribuie la eficienţa abordării STEM, necesar a fi luați în considerare și în cazul conexiunilor STEM - IBL sunt:

- nivelul de vârstă iniţial la care începe procesul de învăţare STEM;
- măsura în care familia susține interesul copiilor pentru disciplinele STEM;
- achiziţiile anterioare ale elevilor;
- stilurile de învăţare ale elevilor;
- modul prin care sunt valorificate disciplinele STEM prin intermediul strategiilor didactice (Kaya & Sardag, 2021).

Strategiile care favorizează dezvoltarea competenţelor STEM sunt: gândirea critică, învăţarea bazată pe proiecte, rezolvarea de probleme și învăţarea bazată pe investigaţie, ultimele două fiind însă cele mai eficiente (Morze et al. 2018). Prinsley şi Baranyai (2015) consideră că învăţarea pe tot parcursul vieţii contribuie decisiv la dezvoltarea în domeniul STEM.

Modelul de învățare bazat pe investigație poate fi aplicat în activitățile STEM, STEAM și STREAM astfel:

a) Modelul STEM (Știință, Tehnologie, Inginerie, Matematică)

- Formularea întrebării – elevii pot formula întrebări din domeniile STEM.

- Colectarea de informații din surse diverse (reviste, articole, cărți, documentare, site-uri web etc.).
- Formularea de ipoteze sau proiectarea unui produs.
- Investigarea – elevii realizează experimente pentru a testa ipotezele formulate sau prototipul și pentru a obține date.
- Analiza datelor – se analizează datele colectate.
- Formularea concluziilor – elevii pot formula concluzii.
- Reflecția și revizuirea – elevii pot vedea unde au greșit și ce se poate îmbunătăți.

b) Modelul STEAM (Știință, Tehnologie, Inginerie, Arte, Matematică)

Nevoia de aprofundare a înţelegerii unor concepte a determinat fuziunea celor 4 domenii de bază cu artele, luând naştere, din 2007, educaţia STEAM. Integrarea artelor în educaţia STEM, a fost definită în mai multe feluri. Perignat şi Katz-Buonincontro (2019), integrează artele în STEM astfel:

- arte vizuale: pictură, desen, sculptură, fotografie;
- arte: muzică, teatru, dans.

În relație cu IBL introducerea Artelor contribuie la dezvoltarea creativității elevilor prin etapa de proiectare a produsului sau de optimizare a acestuia.

c) Modelul STREAM (Știință, Tehnologie, Reading, Inginerie, Arte, Matematică) implică integrarea lecturii și scrierii științifice în modelul STEAM. În etapa de documentare elevii pot citi mai multe materiale despre tema aleasă pentru o înțelegere mai profundă și își pot dezvolta abilitățile de comunicare orală și scrisă în contextul prezentării de la finele modelului inquiry.

Învăţarea bazată pe investigaţie este descrisă ca având o contribuţie importantă la rezultatele pozitive ale studenţilor la disciplinele STEM, prin rolul său în achiziţia de noi cunoştinţe, formarea şi dezvoltarea unor noi abilităţi (rezolvare de probleme, luare de decizii) precum şi favorizarea gândirii critice (Furtak et. al., 2012; de Jong et. al., 2014).

Chen (2017) concluzionează că în era digitală alfabetizarea ştiinţifică va fi accelerată de tehnologie, astfel încât societatea să poată înţelege şi să utilizeze la un nivel superior disciplinele STEM. Chiar dacă autorul arată că majoritatea sistemelor de educaţie introduc cu prioritate STEM, doar un procent neînsemnat al populaţiei deţine cunoştinţe de bază specifice STEM. Educaţia STEM rămâne însă un pol al preocupărilor cercetătorilor și practicienilor în majoritatea sistemelor de educaţie din lume. În procesul de învăţământ sunt importante: dezvoltarea unui curriculum orientat spre STEM și aplicarea lui sistematică în practica didactică.

7.3. Exemple de bună practică

Prezentăm, în cele ce urmează, exemple de bună practică cu privire la aplicarea modelului inquiry în abordarea integrată STEM, STEAM, STREAM.

Tabelul 7.1. Activități STEM/STEAM/STREAM (adaptare după Ciascai et al., 2022)

Modelul	Exemple de activități
STEM	Efectuarea de experimente și cercetări de către elevi pentru a găsi răspunsuri la întrebări (de ex. Investigarea procesului de fotosinteză în plante etc). Realizarea de roboți și participarea la competiții de robotică (de ex. Conceperea, construirea şi programarea roboţilor pentru a rezolva sarcini complexe).
STEAM	Realizarea unor proiecte digitale (de exemplu elevii pot îmbina ingineria şi programarea pentru a genera artă digitală). Organizarea unor expoziții care abordează domeniile STEAM, programe artistice etc.
STREAM	Participarea la proiecte de cercetare pe diverse teme (de ex. cercetarea biodiversităţii dintr-un râu, construirea unui oraş din materiale reciclabile). Realizarea unor prezentări PowerPoint, filmulețe video pentru prezentarea rezultatelor cercetării.

Integrarea unei tematici sau a unui subiect de învăţare şi de descoperire într-un context de învăţare STEM poate fi o adevărată provocare. Pentru o exemplificare a modului în care pot relaţiona ca abordare integrată disciplinele STEAM, literatura redă modalităţi prin care pot fi abordate subiecte din diferite domenii. Prezentăm astfel, un model de structurare a activităților care poate fi aplicat cu uşurinţă elevilor din ciclul de învăţământ primar și care face referire la o temă cu care aceștia sunt familiari.

Tabelul 7.2. Abordare STEAM la disciplina ştiinţe ale naturii. Tema: Fenomene ale naturii. (Adaptare după modelul Timofte & Mâţă, 2019)

Disciplina	Activități solicitate elevilor
Ştiinţe	Selectarea informaţiilor corespunzătoare despre fenomenele meteorologice prin intermediul buletinului meteo.
Tehnologie	Învățarea și valorificarea modului de folosire a instrumentelor identificate/create, pentru a descrie vremea în localitate.
Lectura și scrierea științifică	Prezentarea unei prognoze a vremii folosind conceptele științifice necesare.
Inginerie	Identificarea/Crearea unor instrumente pentru a descrie caracteristicile fenomenelor naturii (ploaie, zăpadă, vânt, tunet, fulger).
Arte	Conceperea prin pictură sau desen a simbolurilor corespunzătoare fiecărui fenomen al naturii. Aplicarea simbolurilor pe hartă în funcție de starea vremii.
Matematică	Formularea și rezolvarea de probleme care implică determinarea valorilor variabilelor măsurate, realizarea de grafice și predicții etc.

Această abordare integrată a unui subiect din perspectiva celor 6 discipline poate fi utilizată sub forma modelului propus de Bybee, un ciclu de învăţare bazată pe investigaţie din 5 etape: angajare, explorare, explicare, elaborare şi evaluare.

În cazul învăţământului primar abordarea STREAM favorizează studiul integrat al disciplinelor, permiţând elevilor să realizeze conexiuni ale fenomenelor înconjurătoare, cu experiența lor de viață şi să-şi dezvolte spiritul creativ. Nu trebuie însă neglijat faptul că eficienţa unui model ciclic de investigaţie utilizat în context STEM depinde atât de nivelul de dezvoltare a competenţelor STEM cât și de competențele de învățare auto-reglată ale elevilor (Zsoldos-Marchiş, 2014a).

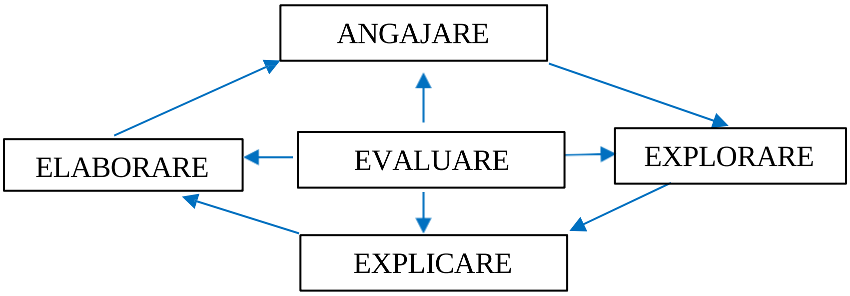


Figura 7.2. Ciclul inquiry (Bybee, 2009)

Vom exemplifica, în cele ce urmează modelul Bybee (2009) a ciclului investigației, prezentat în Figura 7.2.

În etapa Angajării elevii sunt solicitați să prezică evoluția vremii într-un an calendaristic ales de profesor, în condițiile în care le sunt puse la dispoziție prognoze pentru 5 ani anteriori. Elevii sunt grupați (pereche, grup de trei sau patru elevi). Sarcina de lucru alocată unui grup va consta în studiul datelor meteorologice dintr-o perioadă calendaristică dată: anotimp sau lună și elaborarea unei prognoze pentru perioada din anul care succede cei cinci ani studiați.

Explorarea se poate realiza prin studiul informațiilor dintr-o colecție de buletine meteo, identificate pe Web cu ajutorul profesorului, puse la dispoziție de profesor sau primite din partea centrului meteorologic local. Elevii vor studia documentele pentru a afla care sunt fenomenele meteorologice specifice fiecărui anotimp/lună studiată și pentru a le caracteriza. În acest scop vor analiza datele referitoare la temperatură, fenomenele meteorologice (ploi, ninsori: frecvența și cantitatea acestora, vânt și viteza acestuia etc.) în perioadele studiate (aceleași pentru fiecare an calendaristic) și vor încerca identificarea unor tipare meteorologice – un profil meteorologic al lunii/ anotimpului studiat. Pentru o mai bună înţelegere a cunoştinţelor obţinute, elevii vor formula ipoteze cu referire la tipologia și caracteristicile fenomenelor meteorologice din perioada studiată și care vor fi sau nu probate prin analiza datelor colectate din diverse surse. De asemenea, vor formula obiective care le vor orienta cercetările.

În baza cunoştinţelor obținute prin explorare elevii pot formula explicații (Etapa Explicare) privitoare la tiparul fenomenelor meteorologice din perioadele studiate, folosind

datele colectate ca dovezi/probe. Cu ajutorul acestui tipar vor realiza o prognoză a vremii pentru perioada din anul propus de profesor. Această prognoză va fi apoi comparată cu datele meteorologice din anul respectiv, iar elevii vor trebui să explice diferențele.

În etapa Elaborării este realizată o prognoză privind evoluția vremii în următorii cinci ani. Prognoza poate consta în text scris, text scris şi grafice, text şi imagini (desene) incluzând astfel scrierea ştiințifică şi artele plastice pentru realizarea unui produs atractiv al învăţării (poster, film, ppt). Sintetizând informațiile tuturor grupelor produsul realizat va expune datele obținute pentru fiecare an calendaristic din cei 5 studiați şi o prognoza care ilustrează caracteristicile meteorologice ale anului calendaristic ales de profesor.

Evaluarea priveşte în egală măsură produsul (soluția problemei) cât şi procesul (demersul inquiry).

Pentru a evidenția relația dintre inqury şi STEM Ciascai (2022) explicitează ciclul Bybee (2009).

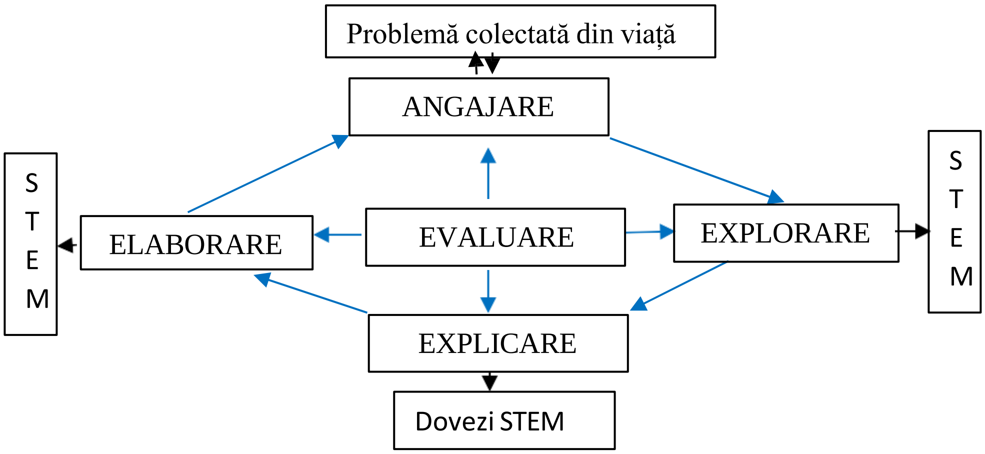


Figura 7.3. Relația STEM – Inquiry (Ciascai, 2022)

Un studiu recent, realizat în vederea dezvoltării gândirii critice la elevi, evidenţiază o modalitate de utilizare a învăţării bazate pe investigaţie şi a învăţării bazate pe rezolvarea problemelor în contextul folosirii materialelor audio-video care să ilustreze sau expliciteze domeniul STEM. Taofiq şi colaboratorii (2015) afirmă că utilizarea comună a celor două metode, aplicate cu ajutorul unor mijloace digitale diversificate va duce la obţinerea unor rezultate ale învăţării potrivite secolului XXI.

Studiul de faţă evidenţiază un model în 5 etape care integrează învăţarea bazată pe investigaţie, învăţarea bazată pe rezolvarea de probleme şi STEM şi care beneficiază de facilitățile digitale. Modelul solicită relaționarea cunoştințelor privind fenomenele naturale cu cele de tehnologie (influența unor fenomene ale naturii asupra unor construcții) şi inginerie (proiectarea acestor construcții). Un exemplu concret discutat sunt casele construite pe piloni. Elevii vor fi solicitați să realizeze macheta/prototipul unei căsuțe pe piloni (Tabelul 7.3).

Tabelul 7.3. Model de învăţare bazat pe investigaţie, rezolvare de probleme și STEM (Ciascai et al., 2023; Taofiq et. al., 2015)

Etapa	Sarcini	Activităţi realizate	Responsabili
Angajare	Identificarea de probleme *De ce se realizează case pe piloni?* *Unde se construiesc asemenea case?*	Se prezintă materialele video cu zone geografice în care se practică realizarea pe piloni a caselor. Pe baza cunoștinţelor anterioare şi a ideilor elevilor, se caută soluții de rezolvare a problemelor/întrebărilor formulate.	Profesorul şi elevii. Munca în grup.

Explorare	Se utilizează materiale web Emiterea unei ipoteze/Proiectare a unui produs *Ipoteze: casele pe piloni se construiesc în zonele inundabile, în zonele în care există alunecări de teren, cutremure sau avalanșe.* Are loc rafinarea întrebărilor și trierea ipotezelor: În țara noastră unde se pot construi case pe piloni?	Are loc o sesiune de întrebări și răspunsuri care conduce la rafinarea și identificarea unui set de ipoteze. *Ipoteză: casele pe piloni se pot construi indiferent de conformația solului.* *Realizarea unui model/prototip de casă pe piloni și a unui model care simulează un sol în pantă mare (din plastilină sau hârtie- utilizând tehnica papier-maché).* Analiza unor imagini cu case suspendate construite pe piloni pentru ca elevii să aleagă un design și materiale potrivite pentru prototipul lor. Matematica asigură cunoștințele necesare realizării proiectului construcției prototipului căsuței. Material video-ilustrativ privind proiectarea unei case pe piloni: https://www.youtube.com/shorts/_Xmo2W8VhDs Materiale video care ilustrează modul de construire a unui model de case pe piloni. https://www.youtube.com/watch?v=1CMtWOtLVyE Materale video-explicative despre construirea unei case pe piloni în miniatură. https://www.youtube.com/watch?v=xSmnIcftzPg https://www.youtube.com/watch?v=dCbq6Uue2OA Testarea prototipului. Testarea căsuței se poate face cu apă, pământ și zăpadă. În funcție de rezultatul testării, elevii pot îmbunătăți proiectul și alege materiale mai potrivite.	Elevii sub îndrumarea profesorului.

Explicarea	Colectarea și rafinarea informaţiilor prin testare. Selectarea informațiilor relevante	Colectarea de date relevante din surse diverse, în vederea rezolvării problemelor – utilizând web. *Concluzie: Casele pe piloni se pot construi indiferent de conformația solului. Zonele geografice unde sunt des întâlnite aceste tipuri de case înregistrează anual cantităţi mari de precipitaţii (Thailanda, Bangladesh).*	Elevii sub supraveghere a profesorului.
Elaborarea	Prelucrarea şi analizarea datelor obţinute.	Casele pe piloni se comportă bine în diverse situații: inundații, avalanșe, cutremure, teren cu o pantă mare. În cazul cutremurelor, cu cât construcţia este mai uşoară şi fundaţia acesteia are o densitate mai mică, cu atât efectul seismic va fi mai mic. Înainte de construcţia acesteia se realizează un studiu geotehnic în urma căruia se va determina adâncimea minimă de la care trebuie să înceapă construcţia pilonilor.	Elevii direcţionaţi de profesor.
	Formularea de concluzii	Casele pe piloni se construiesc în zonele în care tipul de sol ar creea probleme în construirea unei case pe platformă. Aceste case se pot construi în: zone predispuse la inundaţii, pânza freatică este aproape de suprafaţă, solul este moale sau instabil, terenul este în pantă. Pot fi construite din lemn, beton sau metal. În plus, dacă sunt construite pe piloni de beton în adâncime reduc riscul distrugerii în cazul unor cutremure, inundații sau avalanșe. Greutatea şi volumul fundaţiei sunt importante pentru că masa clădirii este direct proporţională cu efectul unui cutremur.	Elevii prin dezbatere ghidată de profesor.

În concluzie, relaţia dintre IBL şi competenţele STEM este profundă şi reciprocă.

David şi Zohar (2009), citaţi în Hrast şi Savec (2018), precizează că, pentru a înţelege natura şi cunoştinţele ştiinţifice, elevii pot utiliza învăţarea bazată pe investigaţie, dezvoltându-și astfel și gândirea ştiinţifică.

Rocard şi colaboratorii (2007) remarcă eficacitatea IBL la toate nivelurile de vârstă şi de performanţă ale elevilor, precizând importanţa acesteia pentru creşterea interesului elevilor pentru învăţare și mai mult, pentru o învăţare în profunzime.

În relaţia IBL, PBL şi gândire critică, Yusuf și colegii (2022) arată că elevii înţeleg şi rezolvă într-un mod mai eficient problemele, dacă sunt capabili să efectueze investigaţii

şi să gândească critic. Implicarea profesorului pentru utilizarea IBL în dezvoltarea competenţelor STEM se evidențiază în proiectele elevilor indiferent că acestea se desfășoară pe termen lung, mediu și scurt ale activităților didactice. Profesorul trebuie să fie un asistent permanent, un antrenor, un susţinător moral al elevilor pe parcursul realizării sarcinilor. Acesta trebuie să încurajeze elevii să participe în procesul învățării, să le ofere posibilităţi de a se poziţiona în centrul învăţării, îi îndrumă continuu, iar pe cei cu rezultate mai slabe îi susţine permanent în construirea argumentului rezultatelor învăţării (Kaya şi Sardag, 2021).

Contribuţiile autorilor: *: 7.1, 7.2: CFP; 7.1, 7.3: VGT; 7.1, 7.2, 7.3: LC*

CAPITOLUL 8. **STIMULAREA REFLECȚIEI PRIN ACTIVITĂȚI DE ÎNVĂȚARE PRIN INVESTIGAȚIE ȘI STEM**

Liliana CIASCAI
Cosmina ȘOLDEA

8.1. Reflecția. Ciclul reflecției

Reflecția cunoaște multe definiții în literatura domeniului. Majoritatea acestor definiții fac referire la rememorarea experiențelor și trăirilor personale „pentru a reflecta, cu atenție și persistență, la semnificația ei pentru sine, prin dezvoltarea de inferențe" (Daudlin, 1996 în Guthrie & McCracken, 2010, p.3; Gibbs, 1998). Alte definiții abordează reflecția în termeni de proces: "o formă de procesare mentală a informațiilor, care se aplică ideilor complicate și slab structurate" (Moon, 2004) respectiv "procesul de examinare profundă a unei idei sau probleme" (Coteanu & Mareș, 2009). Acest proces reflexiv reprezintă "o abilitate de bază pentru funcționarea eficientă într-un mediu de practică divers și complex" (McGuire et al., 2009, p.1). Ryan (2013, 2015) se referă la reflecție ca la un proces ce conferă sens experienței în relația cu sine, cu ceilalți și cu condițiile contextuale și determină reimaginarea și/sau planificarea experienței viitoare pentru beneficii personale și sociale.

Gibbs (1998) propune un model al reflecției, numit ciclul 4F (*Facts* – Fapte – Ce s-a întâmplat?, *Feelings* – gânduri, emoții – Ce am gândit și simțit?; *Findings* – constatări-Ce am aflat?; *Future* – viitor - Cum voi folosi ceea ce am aflat în viitor?). Acest model a fost dezvoltat într-un ciclu cu șase etape prezentat în Figura 8.1.

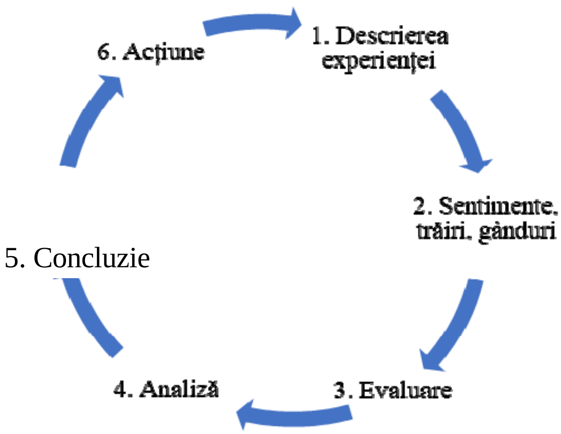


Figura 8.1. Ciclul reflecției după Gibbs

Prima etapă a ciclului constă în descrierea experienței trăite, fără judecată sau analiză a evenimentelor, sentimentelor, gândurilor și ideilor. Relatarea experienței este facilitată de un set de întrebări precum:

- Ce s-a întâmplat?
- Cum s-a întâmplat?
- Când s-a întâmplat?
- În ce ordine s-au succedat evenimentele?
- Care au fost circumstanțele?
- Care a fost implicarea/responsabilitatea mea?

Descrierea experienței trăite implică abilități de observare și colectare a datelor.

Cea de a doua etapă a ciclului propune inventarierea sentimentelor, trăirilor și gândurilor maifestate în contextul experienței, de asemenea fără judecată sau analiză:

- Cum m-am simțit?
- Cum mă simt acum?
- La ce m-am gândit?
- Ce reacție am avut?

Abilitatea solicitată în această etapă este cea de colectare și structurare a informațiilor.

Evaluarea (a treia etapă) vizează evenimentele generate de experiența trăită și implică categorizarea lor în bune sau rele, dorite sau nedorite, așteptate sau neașteptate:

- Ce a funcționat/a mers bine și ce nu?
- Ce m-a mulțumit și ce m-a nemulțumit?
- Ce m-a interesat și ce nu?
- Ce a fost important pentru mine?
- Ce a făcut să mă simt nefericit?
- Ce dificultăți au existat?
- Cine/ce a fost inutil?

În această etapă abilitățile necesare elevilor privesc clasificarea informațiilor/datelor.

Analiza (etapa a 4-a) facilitează înțelegerea situației, identificarea cauzelor și astfel construirea/atribuirea de semnificație experienței:

- De ce cred că s-au întâmplat evenimentele respective?
- De ce am procedat/acționat/reacționat astfel…?
- Ce asemănări sau diferențe există între această experiență și alte experiențe ale mele?
- Ce alegeri am făcut și ce efect au avut?

- Ce pot îmbunătăți?

Abilitățile necesare elevului în această etapă sunt: gândire logică, autointerogație, categorizare și reprezentare a datelor.

Concluziile (etapa a 5-a) care se stabilesc au la bază informațiile colectate în etapele precedente și privesc alternativele de acțiune și comportament, sentimentele, trăirile și gândurile posesorului care ar fi putut conduce la un rezultat diferit de cel desprins din experiență. Ele pot fi specifice (particulare) sau generale. Principalele întrebări care se pot pune sunt:

- Ce am învățat din experiența trăită?
- Ce merită reținut pentru viitor?
- Ce altceva aș fi putut face?

Principala abilitate necesară în această etapă este aceea de judecare a faptelor după criterii personale.

Etapa finală presupune construirea unui plan de acțiune viitoare pentru a îmbunătăți sau a menține rezultatele, într-o situație similară:

- Ce voi face diferit data viitoare, luând în considerare ceea ce am învățat?
- Cum voi proceda/acționa într-o situație similară?

Abilitățile care pot fi dezvoltate în această etapă sunt cele de sinteză și gândire proiectivă.

Un model structural de învățare bazată pe reflecție, recomandat a fi utilizat în practica profesională, a fost elaborat de Johns (https://www.toolshero.com/personal-development/johns-model-of-reflection/) și este prezentat în Figura 6.2. Etapele acestui model sunt următoarele:

Rememorarea experiențelor, evenimentelor, gândurilor și acțiunilor personale. Această rememorare implică:

Descrierea experienței. Această descriere se poate face după criterii.

(i) descrierea experienței:
- Ce evenimente am trăit?
- Ce am simțit?
- Ce am făcut?
- Cum am făcut/procedat?

(ii) descrierea contextului experienței:
- Unde s-a întâmplat?
- Când s-a întâmplat?
- Cum s-a întâmplat?
- În ce condiții (particulare) s-a produs evenimentul?

(iii) precizarea factorilor care au intervenit în decursul experienței:
- Cine sau ce a intervenit pe parcurs?
- Cum s-a manifestat?

(iv) formularea de explicații:
- Am simțit că … deoarece…;

- S-a întâmplat pentru că… etc.

În situația în care modelul Johns a fost aplicat la realizarea unei sarcini concrete, listei de întrebări de mai sus li se adaugă următoarele:

- Ce produs trebuia să realizez?
- Ce rezultat am obținut?
- Cum am realizat sarcina?

Următoarea etapă este reflecția propriu-zisă, centrată, arată Johns, pe următoarele întrebări (selecție și adaptare):

- De ce m-am comportat/am acționat așa cum am făcut-o?
- Care au fost consecințele acțiunilor mele asupra mea și asupra celorlalți (colegi, profesor, familie etc.)?
- Cum m-am simțit eu și ceilalți în timpul acestei experiențe?
- De unde știu cum s-au simțit alții în timpul acestei experiențe?
- Cum am proiectat produsul/realizarea sarcinii?
- Ce dificultăți am întâmpinat?
- Cum am depășit dificultățile?

Factorii de influență, analizați în cea de a treia etapă, pot fi interni sau externi și sunt relaționați deciziilor. Acești factori includ și cunoștințele și acțiunea de documentare. În modelul său, sursa citată propune identificarea factorilor prin întrebări:

- Ce factori interni mi-au influențat luarea deciziilor în timpul experienței?
- Ce factori externi mi-au influențat luarea deciziilor în timpul acestei experiențe?
- Ce surse de cunoștințe îmi erau disponibile?
- Ce surse suplimentare de cunoștințe aș fi putut consulta?
- Consultarea acestor surse suplimentare mi-ar fi putut influența alegerile/deciziile?
- Care sunt acele surse sau informații care mi-ar fi afectat alegerea?
- Ce cunoștințe/abilități am avut?
- Ce cunoștințe/abilități ar fi trebuit să am?

Etapa a patra din modelul citat face referire la formularea de concluzii și judecăți privind opțiunile de remediere/optimizare a rezultatelor deciziilor și acțiunilor personale (asupra propriei persoane):

- Ce alte opțiuni (variante/alternative de acțiune, comportare sau gândire) am avut?
- Am luat în considerare toate opțiunile?
- Ce consecințe ar avea celelalte opțiuni (comparativ cu cea adoptată) pentru mine și pentru ceilalți?
- Am selectat cea mai bună opțiune?
- Au fost criteriile mele de proiectare a produsului complete?
- Au fost criteriile mele de selecție a materialelor corecte?

Ultima etapă, învățarea, propune identificarea achizițiilor, și este ghidată în modelul Johns, tot prin întrebări:

- Ce se va schimba în comportamentul, gândirea, acțiunile mele din cauza acestei experiențe?
- Cum mă simt acum când mă gândesc la experiența pe care am trait-o?
- Această experiență are legătură cu alte experiențe similare (sau nu) pe care le-am trăit anterior?
- Care ar fi fost o modalitate mai bună de a aborda această situație?
- Cât de disponibil sunt să-i ajut pe ceilalți să aleagă opțiunea cea mai bună într-o situație dată?
- Cum mi-a schimbat experiența trăită cunoștințele? etc.

Ambele modele (Gibbs și Johns) ilustrează modul de ghidare a reflecției prin întrebări. Această îndrumare poate sta la baza întocmirii unor ghiduri/fișe care, completate sistematic de elev, să-l ajute în practicarea reflecției și tranziția spre reflecția și gândirea critică.

În relație cu o acțiune de întreprins reflecția poate fi structurată în trei sau cinci etape: (i) reflecția înainte de acțiune; (ii) reflecția pe parcursul acțiunii; (iii) reflecția după acțiune (McGregor, 2011, p. 7-8) respectiv: (i) sugestii, (ii) problemă, (iii) ipoteză, (iv) raționament și (v) testare (Loughran, 1996).

8.2. Reflecția vs reflecția critică și gândirea critică

Mezirow (1998, în Whalen, 2020) face distincția între „reflecție" și „reflecție critică" în sensul că prima rememorează o experiență fără să facă însă o reală evaluare a rezultatelor reflecției.

Tabelul 8.1. Studiu comparativ: reflecția, reflecția critică și gândirea critică

	Reflecția	**Reflecția critică**	**Gândirea critică**
Scop	înțelegerea profundă și conferirea de semnificație experiențelor.	înțelegerea mai profundă a propriilor acțiuni, motivații și opțiuni.	examinarea și evaluarea sistematică a dovezilor și argumentelor.
Definiție	Rememorare a (trecerea în revistă) a evenimen-telor, experiențelor, gândurilor/ ideilor, credințelor,	Analiza și evaluarea obiectivă și profundă a evenimentelor, a propriilor experiențe, acțiuni, gânduri/idei, convingeri, alegeri, ipoteze și a implicațiilor acestora pentru formularea	Analiza și evaluarea profundă și obiectivă a evenimentelor și experiențelor, acțiunilor, ideilor personale și ale altora și procesarea și sintetizarea informațiilor/ cunoștințelor pentru a emite judecăți fundamentate pe dovezi și pentru rezolvarea asumată și sistematică a problemelor și luarea deciziilor.

	sentimentelor , alegerilor și acțiunilor proprii.	concluziilor sau judecăților.	
Atribute	- determină o explorare și analiză subiectivă și parțială a experiențelor personale; - solicită exprimarea gândurilor și sentimentelor fără o evaluare critică detaliată.	- implică analiză logică și obiectivă a experiențelor personale și a contextului acestora; - realizează evaluarea critică a propriilor decizii, a argumentelor, a presupunerilor, deducțiilor și rezultatelor; - extrage învățăminte din experiențe; - dezvoltă abilitățile de soluționare a problemelor complexe; - aplică alternativele de acțiune și comportare; - implică formularea de întrebări complexe.	- realizează analiza logică, rațională și obiectivă a argumentelor, recunoașterea erorilor logice, punerea ipotezelor și predicțiilor respectiv a rezultatelor sub semnul întrebării și luarea în considerare a mai multor perspective; - realizează evaluarea ipotezelor și raționamentului care explică acțiunile unor persoane.
Beneficii	- creșterea calității procesului și rezultatelor învățării; - dezvoltarea conștiinței de sine (conștienti-zarea propriilor trăsături, comporta-mente, trăiri	- evaluarea obiectivă a datelor, faptelor, rezultatelor (proprii); dezvoltarea unor abilități de analiză și sinteză; - identificarea zonelor de dezvoltare și de aplicare a cunoștințelor teoretice și a abilităților.	- îmbunătățirea calității proceselor și abilităților gândirii și luării deciziilor; - analiza și evaluarea obiectivă și sistematică a faptelor, informațiilor, ipotezelor, dovezilor și argumentelor în diverse contexte.

	și sentimente).		
Cuvinte-cheie	Autoexamina re Introspecție	Autocunoaștere Dezvoltare personală	Proces de gândire/evaluare disciplinată, sistematică și reflexivă, extins înafara experiențelor personale.

Figura 8.2. prezintă procesul învățării bazat pe reflecție, reflecție critică și gândire critică, ca procese ciclice. În figură sunt evidențiate prin culori elementele commune sau diferențele între etapele ciclurilor sau la nivelul unei etape.

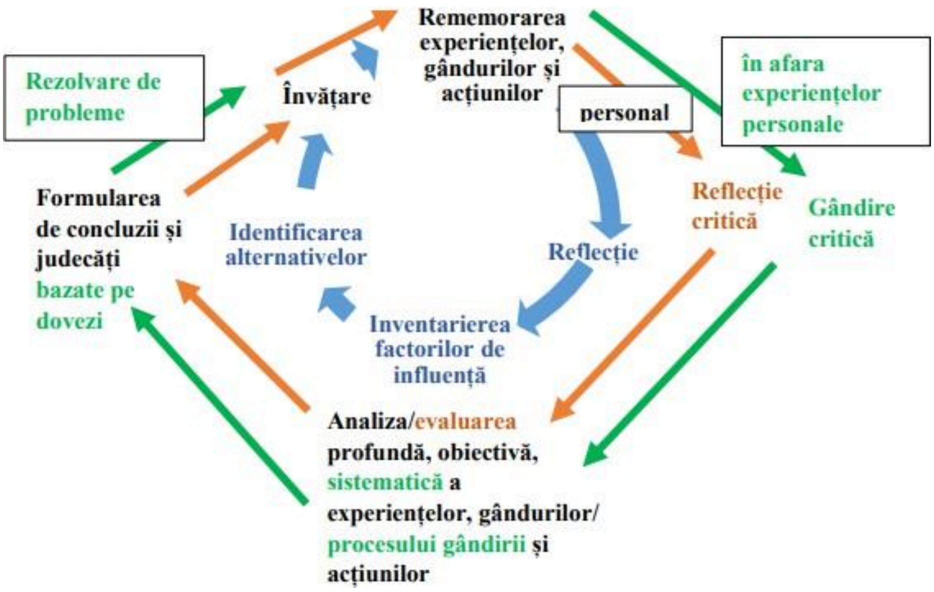


Figura 8.2. Ciclurile învățării prin/ bazată pe reflecție și gândire critică (Ciascai, 2022)

În relație cu procesul de predare-învățare reflecția reprezintă un proces cheie care susține îmbunătățirea practicilor de predare (McGregor, 2011). Reflecția critică este, pur și simplu, procesul susținut și intenționat de identificare și verificare a acurateței și validității ipotezelor noastre de predare (ibid. p. 3).

8.3. Învățarea bazată pe investigație și reflecția și gândirea critică

Învățarea prin investigare, cunoscută și sub denumirea de învățare bazată pe anchetă sau învățare prin descoperire (IBL), este o abordare educațională care pune accent pe formularea de întrebări și rezolvarea de probleme prin implicarea activă a elevilor (Pedaste et al., 2015). Ciclul investigației este un ciclu în 5 etape (BSCS, 2019; Bybee & Landes, 1990; Duran & Duran, 2004).

IBL nu poate fi separată de reflecție, reflecția critică și gândirea critică (Thaiposri, & Wannapiroon, 2015).

Exemplificare: Proprietățile și fabricarea artizanală a hârtiei, confecționarea unei marionete-balerină.

Tabelul 8.2. Abilități reflective și de gândire critică în ciclul învățării bazate pe investigație

Etapa	Descrierea etapei	Abilități reflective și de gândire critică - exemple
Angajare/ Provocare	Cine a inventat hârtia? Ce sortimente de hârtie cunoaștem? Care sunt proprietățile după care se clasifică sortimentele de hârtie? Din ce materiale se confecționează hârtia? Confecționați o foaie de hârtie pe care să scrieți sau desenați ceva. Confecționați o marionetă din hârtie.	*Reflecție* cu referire la sortimentele de hârtie întâlnite în viața de zi cu zi: există hârtie de scris, de copt, de carton, de desen, hârtia igienică, șervet, șervețel etc. *Reflecție* cu privire la proprietățile în baza cărora clasificăm hârtia: greutate, netezime, elasticitate, rezistența la înmuiere, porozitate, transparență, culoare.
Explorare	Căutați și studiați materialele documentare (disponibile web, puse la dispoziție de profesor). Documentare: - alte proprietăți identificate: dispunerea fibrelor, umiditatea, proprietățile termice și electrice; - tehnica papier maché; - schița prototipului unei marionete.	*Reflecție* asupra procedurilor necesar a fi utilizate pentru uscarea unei foi de hârtie udate din greșeală, pentru netezirea unei coli de hârtie mototolite, pentru scoaterea unei pete de grăsime de pe o coală de hârtie folosind sugativa și fierul de călcat etc. *Gândire critică*: formularea de exemple care ilustrează relația dintre proprietățile hârtiei și scopul utilizării acesteia. Spre ex. în trecut, hârtia bancnotelor era multistrat, ea trebuie să fie elastică, impermeabilă/fără porozități, netedă, filigranată.
Explicare	Realizarea hârtiei după tehnica papier maché; Realizarea marionetei - balerina	*Reflecție* asupra dificultăților principalelor etape de confecționare artizanală a hârtiei prin tehhnica papier maché. *Reflecție critică asupra* procedeelor de aplicat pastei de papier maché dacă aceasta este prea moale și dificil de utilizat. *Reflecție critică*: ce alte părți mobile ar trebui

		să aibă marioneta 2D? *Reflecție critică asupra* dificultăților întâmpinate la asigurarea mobilității picioarelor balerinei. *Gândire critică*: cum pot usca mai rapid pasta de papier maché. Alegeți soluția cea mai potrivită. Argumentați. *Gândire critică*: Cum voi lega ațe/sfori pentru manevrarea marionetei. Alegeți soluția cea mai potrivită. Argumentați.
Elaborare	Formulare de concluzii privind hârtia, sortimentele de hârtie existente, proprietăți și necesitatea de a alege hârtia potrivită scopului propus.	*Reflecție* asupra diferitelor utilizări ale obiectelor confecționate din papier maché. *Gândire critică*: soluții de impermeabilizare a produselor realizate din papier maché? Alegeți soluția cea mai potrivită. Argumentați. *Gândire critică*: realizarea unei marionete 3D din hârtie.
Evaluare	Procesul învățării și rezultatul/produsul	*Gândire critică*: - dificultățile de documentare – accesul la materiale și identificarea surselor credibile; - dificultățile întâmpinate la realizarea hârtiei prin tehnica papier-maché și depășirea lor; - dificultățile de realizare a balerinei din papier maché și depășirea lor; - realizarea unei marionete 3D din papier maché.

8.4 Concluzie

Reflecția și reflecția critică implică autocunoaștere și concentrare asupra experiențelor personale. Diferența dintre ele rezidă în profunzimea și caracterul evaluativ al procesului de analiză. Gândirea critică este centrată asupra experiențelor diverse, asupra procesului gândirii și asupra rezolvării de probleme. În relație cu cliclul investigației, în opinia autorilor acestui studiu reflecția, reflecția critică și gândirea critică interferează cu acțiunile din fiecare etapă a ciclului investigației și nu reprezintă doar o activitate încorporată în etapa finală, a evaluării (BSCS, 2019). Literatura subliniază că practicarea reflecției influențează succesul activităților de investigație (Mäeots et al., 2016) și invers, învățarea bazată pe investigație (IBL) contribuind la dezvoltarea reflecției și gândirii critice (Rahmi et al., 2019).

Anexa. Extras din materialele realizate de elevi, sub îndrumarea profesorului.

Etapa a I-a. Angajarea

Hârtia, sub forma cunoscută - azi, a fost inventată în China. Inițial se folosea pentru scris mătasea, ca apoi hârtia să se confecționeze din orice material care conține celuloză (Györfi-Deák, 2017). Fibrele celulozice sunt supuse unei tratări chimice prin care lignina (componentul principal al peretelui celular) este dizolvată. După eliminarea ligninei, din fibrele rămase se obține o hârtie de culoare maroniu nedefinit, nefinisată, utilizată la realizarea de pungi de hârtie sau a cutiilor din carton. Lignina din materialul brut astfel obținut poate fi purificată în continuare, rezultând astfel hârtia albă.

Criteriile de clasificare a sortimentelor de hârtie sunt:

- *grosimea*: hârtia albă de scris are o grosime de 0,1 milimetri iar hârtia de carton are grosimea de câțiva milimetri;
- *elasticitatea (după deformare hârtia revine la forma inițială):* această proprietate este importantă pentru bancnote și acte oficiale. Spre exemplu: în trecut hârtia dolarilor SUA era confecționată din bumbac, dar conținea și in și fibre de mătase roşie şi albastră, poziţionate de-a lungul bancnotei;
- *netezimea*: foaia de scris lucioasă, hârtia din care se confecționează bancnotele;
- *rezistența la înmuiere*: mare în cazul hârtiei bancnotelor și mică în cazul hârtiei din care se confecționează prosopul de bucătărie, șervețele și batistele. Impermeabilitatea se poate obține impregnând hârtia cu ulei;
- *transparența*: lasă lumina să treacă. Hârtia de calc are un anumit grad de transparență.
- *culoarea*: albastru, roz, portocaliu, galben, mov etc.

Etapa a II-a. Explorarea

Hârtia, sub forma cunoscută azi, a fost inventată în anul 105 în China de către Cai Lin. Hârtia sa era obținută prin presare dintr-un amestec de coajă de copac, năvoade și lemn de bambus, rezultând un material foarte subțire, pe care se putea scrie cu ușurință (https://ro.wikipedia.org/wiki/H%C3%A2rtie)

Alte proprietăți ale hârtiei:

- *densitatea:* hârtia de țigară are densitatea de 20 g/mp în vreme ce foile folosite pentru scriere sau imprimare au densitatea de 4 ori mai mare iar cartonul de peste opt ori mai mare. Densitatea materialului depinde de numărul de fibre înglobate într-o foaie;
- *dispunerea fibrelor*: fibre lungi orientate pe lungimea foii şi fibre scurte orientate perpendicular pe lungimea foii. Hârtia cu fibra lungă are proprietăţi mecanice superioare;
- *umiditatea hârtiei*: o hârtie prea uscată sau prea umedă se destramă. De obicei, foile de hârtie conţin între 5% și maximum 10% apă. Majoritatea sortimentelor de hârtie îşi modifică dimensiunile și forma în funcţie de umezeala din atmosferă.

Hârtia pentru copt are suprafaţa acoperită cu cauciuc siliconic şi dobândeşte proprietăţi superioare, devenind astfel chiar impermeabilă;

- *porozitate (cantitate insuficientă de aditiv în pasta de celuloza*): hârtia de sugativă absoarbe lichidele datorită fenomenului de capilaritate. Pe ea nu se poate scrie fiindcă cerneala se întinde, dar este folosită pentru a absorbi excesul de cerneală, tuș sau alte lichide;
- gradul de alb: hârtia poate fi alb intens sau în diferite nuanțe de gri sau maro;
- *izolator termic și electric*: hârtia uscată este un foarte bun izolator electric şi termic, dar îşi pierde proprietăţile dacă se udă. Pentru a nu conduce curentul electric hârtia se poate îmbiba cu parafină sau ulei de parafină.

Tehnica papier-mâché este o tehnică foarte veche apărută cam în aceeaşi perioadă cu hârtia în China. În Europa a fost brevetată în 1772 (la peste 1600 ani după descoperie) şi folosită ca alternativă ieftină la materialele scumpe: porțelan (capul păpușilor), lemnul curbat, bibelouri (figurine cioplite în lemn, piatră) etc.

Denumirea papier mâché vine din limba franceză şi se traduce ca hârtie mestecată sau pastă de hârtie. Principalul inconvenient al papier mache este perioada lungă de uscare.

Tehnica în sine are mai multe etape explicitate printr-o serie de instrucțiuni:

- protejați suprafețele de lucru și îmbrăcămintea;
- procurați deșeuri de hârtie poroasă (ziar sau hârtie igienică) și resturi de textile;
- tăiați fâșii și mărunțiți deșeurile de hârtie și textilele;
- bucăţelele de material se pun într-un vas cu apă unde se lasă până a doua zi; amestecul se poate fierbe, pentru a se pierde din elasticitatea fibrelor;
- înlăturați apa în exces și continuați mărunţirea hârtiei;
- mixați amestecul până la obţinerea unei paste. Dacă este necesar filtrați pasta.
- realizați adezivul din apă și făină. Adezivul poate fi făcut fie în casă fie după metoda clasică (apă cu făină), fie un amestec de aracet sau lipici cu apă, fie adeziv pentru tapet.
- amestecați pasta cu adeziv și depozitați-o într-un loc răcoros, închis într-un recipient de plastic;
- modelați din pastă obiectul dorit;
- uscați obiectul la soare sau într-un cuptor cam 20 de minute, pe calorifer sau altă sursă de căldură corespunzătoare. Când lipiciul se uscă, obiectul confecționat se întăreşte şi îşi păstrează forma;
- după uscare vopsiți-l sau decorați-l cu resturi de țesătură, șnur, elastic etc.
- utilizați o pensulă pentru uniformizarea sau îndepărtarea excesului de adeziv.

Proiectul marionetei 2D: balerina

- desenați componentele corpului balerinei (cap, gât, torace, fustă), fără membrele inferioare și superioare;
- desenați membrele inferioare și superioare;
- tăiați fragmente mici de pai (2cm);

- perforați extremitățile membrelor și corpul în punctul de fixare a acestora. Orificiul trebuie să permită trecerea fragmentului de pai;
- treceți fragmentul de pai prin orificiile din membrul și corpul marionetei;
- crestați și turtiți extremitățile crestate ale bucății de pai astfel încât aceasta să nu iasă prin orificii;
- verificați mobilitatea membrelor.

Etapa a III-a. Explicarea

Dacă pasta de papier maché este prea moale cum procedez? Soluții: pot aplica pasta în mod repetat cu pensula pentru a confecționa foaia de hârtie? Pot monta obiectul confecționat pe un schelet de sârmă sau lemn.

Cum pot usca mai rapid pasta de papier maché? Soluții: introducerea în cuptorul aprins, introducerea in cuptorul preîncălzit dar stins, uscarea la soare, uscarea cu uscatorul de păr?



Figura 8.3. Modelul balerinei

Etapa a IV-a. Elaborarea

Cum pot impermeabiliza produsele realizate din papier maché? Soluții: spray de impermeabilizare, vopsele impermeabile pentru hârtie, spray lac de protecție transparent sau colorat pentru lemn sau metal, spray fixativ pentru pasteluri, vernis spray pentru fotografii, ceară topită, lac de unghii?

Pentru realizarea unei marionete 3D din hârtie sugerăm următoarea sursă: https://www.youtube.com/watch?v=eLa2-zOr-Fg

Etapa a V-a. Evaluare

Pentru realizarea unei marionete 3D din papier-maché sugerăm următoarea sursă: https://youtu.be/8-cSZO0c1TI?si=JfCackSyjZeMnV37

CAPITOLUL 9. **DEZVOLTAREA ABILITĂȚILOR STREAM CU AJUTORUL ACTIVITĂȚILOR EXPERIMENTALE**

Ioana-Aurelia BABOȘ

9.1. Considerații teoretice

Abordarea integrată STEM (Științe, Tehnologie, Inginerie, Matematică) reprezintă principala componentă în educația STEM. În același timp, la nivelul ciclului primar educația bazată pe STEM include Arte (Arts) sau Arte și Lectura și Scrierea științifică (Reading) rezultând astfel două noi acronime: STEAM și STREAM. Dezvoltarea abilităților STEM (STEAM/STREAM) la elevii generației Z este foarte importantă deoarece viitoarele locuri de muncă se vor baza pe astfel de competențe (Ejiwale, 2013).

Proiectele educative, prezentate în cele ce urmează, au fost implementate la ciclul primar în cadrul unor unități de învățare integrate. Unele proiecte s-au realizat în perioade mai lungi de timp (1-2 săptămâni), altele pe perioade mai scurte (1-2 ore) și vizează abordarea integrată STEM, STEAM sau STREAM pornind de la câte o întrebare declanșatoare.

Fiecare proiect practic are mai multe etape: prezentarea unui text (literar, științific, nonformal), identificarea situației problemă, brainstorming, punerea la dispoziția elevilor a materialelor necesare, reflecție și documentare, ipoteza, testarea soluției cu ajutorul ghidajului cadrului didactic, redarea prin desen a observațiilor realizate, concluzii și dezvoltări, reflecția finală.

Pentru ciclul achizițiilor fundamentale s-au ales 3 activități experimentale, iar pentru ciclul curricular de dezvoltare 2 activități experimentale. În cadrul acestora au fost fundamentate și dezvoltate următoarele competențe cheie:

- competențe de alfabetizare;
- competențe în domeniul științei, tehnologiei, ingineriei și matematicii;
- competențe personale, sociale și de a învăța să înveți;
- competențe cetățenești.

Abilitățile disciplinare dezvoltate în cadrul acestor experimente au fost:

- măsurarea unor cantități, măsurarea timpului;
- exprimarea orală corectă, scrierea corectă a unor texte de mică întindere;
- realizarea unor experimente și activități practice;
- alegerea unor materiale potrivite pentru a realiza produsele propuse.

Ablitățile transdisciplinare la dezvoltarea cărora contribuie activitățile integrate propuse au fost:

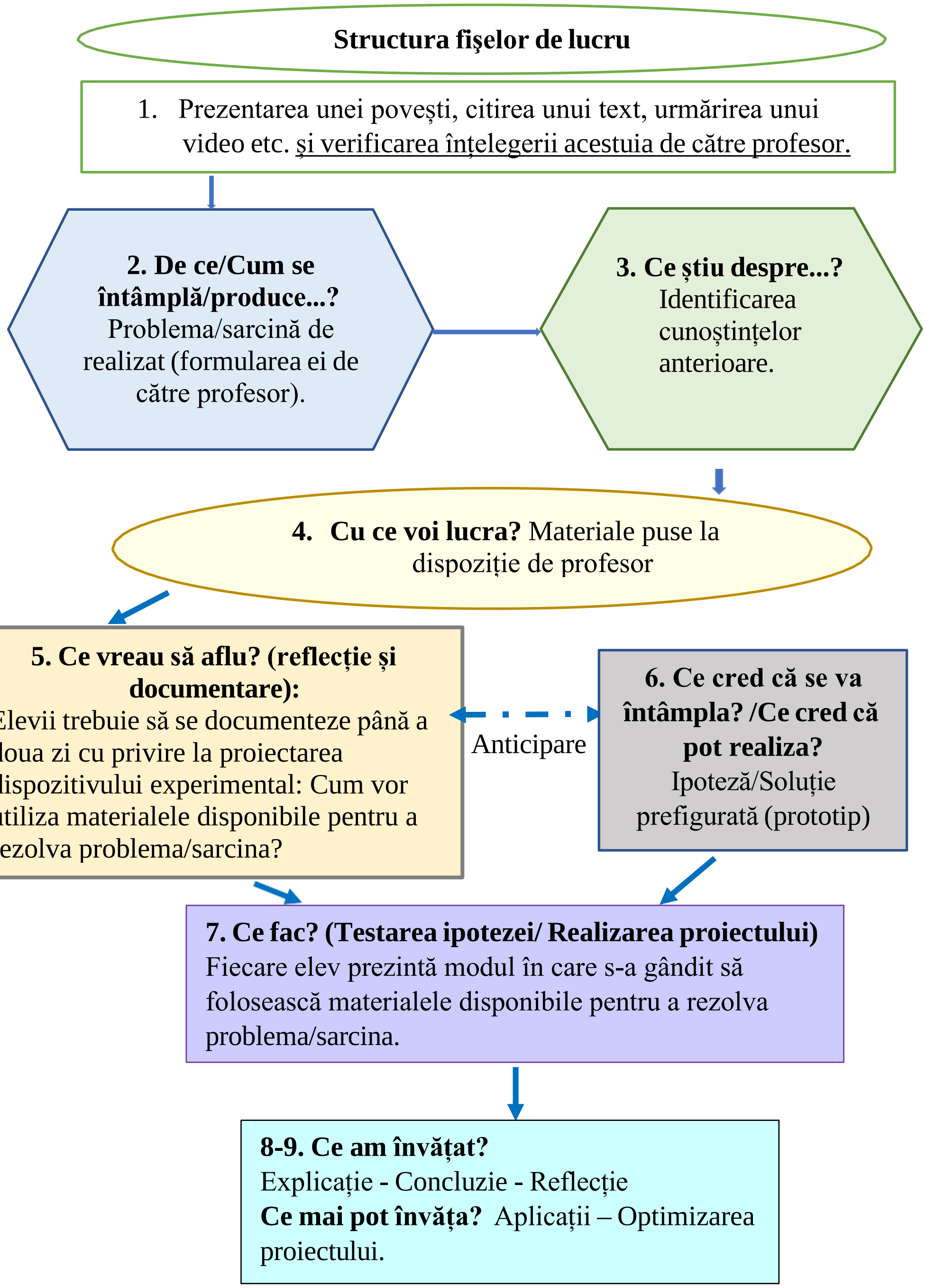
- mindfulness;
- inquiry;
- proiectare și construire;
- rezolvarea de probleme;
- munca în echipă.

Ablitățile transdisciplinare la dezvoltarea cărora contribuie activitățile integrate propuse au fost: observarea; modelul repetitiv/tiparul; abstractizarea; gândirea întrupată; modelarea; jocul; (7) sinteza (Henricksen, 2018).

9.2. Structura activității și fișa de lucru

Etapele activității și sarcinile de lucru care le revin elevilor sunt evidențiate în fișa activității.

Fișa de activitate MODEL



Notă: etapele 1-4 se realizează în clasă, la prima oră de activitate în proiect, iar etapele 5-8 se realizează acasă. În ora a doua a proiectului se lucrează cu Fișa de activitate nr. 2. Aceasta este particularizată pentru activitate.

9.3. Prezentarea activităților experimentale realizate

Fișa 1
PLANTELE-CICLUL DE DEZVOLTARE

1.Prezentarea poveștii Jack și vrejul de fasole de Joseph Jacobs în format audio-video (https://youtu.be/Eb8P5FuxFDk?t=59) și verificarea înțelegerii poveștii de către profesor.

2. Problema:
Care sunt pașii pe care trebuie să îi urmăm pentru a avea un vrej de fasole?

3. Ce știu:
Plantele au nevoie de apă, căldură, lumină pentru a se dezvolta.

4. Materiale puse la dispoziție:
pungă cu fermoar;
boabă de fasole;
un șervețel.

5. Reflecție și documentare:
Elevii trebuie să se gândească până a doua zi cum vor utiliza materialele puse la dispoziție pentru a crește un vrej de fasole.

Anticipare

6. Ipoteză:
Boaba de fasole germinează. Dacă primește apă, căldură și lumină, planta se dezvoltă.

7. Testarea soluției prin activitate experimentală (observație) ghidată de profesor

Vei respecta următoarele instrucțiuni:

- umezește șervețelul cu puțină apă, prin pulverizare și așează în mijloc boaba de fasole;
- împăturește șervețelul pe jumătate, apoi încă o dată pe jumătate;
- introdu șervețelul în punga cu fermoar și închide fermoarul pungii;
- lipește o etichetă cu numele tău pe pungă;
- lipește punga pe geamul clasei;
- nu deschide punga decât peste 4 zile;
- în tot acest timp asigură-te că șervețelul este umed (dacă în interiorul pungii vezi urme de picături de apă, nu deschide punga);
- după a cincea zi deschide punga, scoate șervețelul și observă în ce stadiu de dezvoltare se află bobul de fasole.

8. Prezentarea explicației.

Redă prin desen ce ai observat:

Fotografii din timpul activității (dovezi)











9. Concluzii și dezvoltări

Răspunde la următoarele întrebări:
- Ce s-a întâmplat cu bobul de fasole?
- Ce poți face cu planta care a crescut?
- Cum construim o seră? De ce materiale avem nevoie?

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

10. Reflecție

Prezintă 3 lucruri pe care le-ai făcut în cadrul acestei activități.
Ce dificultăți ai întâmpinat și cum le-ai depășit?
Expune 2 lucruri pe care le-ai învățat.
Formulează o întrebare legată de această activitate.
Lipește pe desenul tău stickerele care indică ce cunoștințe ai dobândit azi:
S-Științe, M-Matematică, T-tehnologie, A-Arte, R-Limbajul științific; E-Inginerie.

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

Vocabular științific nou: germinare/ a germina; încolțire/ a încolți

11. Analiza STREAM a achizițiilor



Definirea conceptelor științifice noi. Formularea de ipoteze. Realizarea de măsurători.

Selectarea materialelor necesare în funcție de proprietăți.

Formularea de explicații folosind limbajul științific, tehnic sau matematic.

Proiectarea experimentului și a dispozitivului experimental.

Decorarea produselor.

Calculul valorii unor mărimi. Realizarea unor reprezentări grafice.

Competențe interdisciplinare
Explicarea demersului experimental (STEM)
Procesarea datelor (STEM)
Interpretarea rezultatelor (STEM)
Competențe transdisciplinare
Comunicarea informațiilor importante, valoroase (selectiv)
Reflecția privind demersul personal al cunoașterii
Aplicarea noilor cunoștințe în lumea reală
Împărtășirea cunoștințelor privind abordările și problemele complexe
Cercetarea în și cu lumea reală
Imaginarea soluțiilor posibile și a consecințelor acestora

Fișa 2

POȚIUNEA MAGICĂ

1. Elevii vor citi cartea: "Hai pe Lună împreună" de Florin Bican

2. Problema:
Cum au apărut craterele pe Lună?

3. Ce știu:
Luna este satelitul natural al Terrei, are mai multe faze, se văd craterele și cu ochiul liber, se rotește în jurul Pământului etc.

4. Materiale puse la dispoziție:
*un vas de formă dreptunghiulară;
*0,5 kg făină albă;
*2-3 lingurițe de cacao;
*mărgele sau bile de diferite dimensiuni;
*lupă, pensetă.

5. Reflecție și documentare:
Elevii trebuie să se gândească până a doua zi cum vor utiliza materialele puse la dispoziție pentru a demonstra practic cum au apărut craterele pe Lună. Se pot consulta între ei, cu părinții, prietenii etc.

Anticipare

6. Ipoteză:
Craterul apare atunci când un meteorit se ciocnește de solul Lunii.

7. Testarea soluției prin activitate experimentală (observație) ghidată de profesor:

Vei respecta următoarele instrucțiuni:

a) pune făină în vas (acesta va fi solul lunar);
b) cu o lingură presară deasupra un strat de cacao reprezentând suprafața Lunii;
c) lasă să cadă mărgele sau bile de la înălțimi diferite;
d) observă cu lupa adânciturile formate;
e) extrage bilele cu atenție fără a strica forma/urma lăsată de către acestea;
f) observă cu ajutorul lupei urmele lăsate.

8. **Prezentarea explicației**

Redă prin desen ce ai observat:

Fotografii din timpul activității (dovezi)





9. Concluzii și dezvoltări

Răspunde la următoarele întrebări:
- Ce s-a întâmplat când ai extras bilele din făină?
- De ce crezi că unele cratere sunt mai mari, altele mai mici?
- Cât de mare este Luna?

....
....
....
....

10. Reflecție

Prezintă 3 lucruri pe care le-ai făcut în cadrul acestei activități.
Ce dificultăți ai întâmpinat și cum le-ai depășit?
Expune 2 lucruri pe care le-ai învățat.
Formulează o întrebare legată de această activitate.
Lipește pe desenul tău stickerele care indică ce cunoștințe ai dobândit azi:
S-Științe, M-Matematică, T-tehnologie, A-Arte, R-Limbajul științific; E-Inginerie.

....
....
....
....
....
....
....

Vocabular științic nou: crater, asteroid, meteorit

11. Analiza STREAM a achizițiilor



Definirea conceptelor științifice noi. Formularea de ipoteze. Realizarea de măsurători.

Selectarea materialelor necesare în funcție de proprietăți.

Formulare a de explicații folosind limbajul științific, tehnic sau matematic.

Proiectarea experimentului și a dispozitivului experimental.

Decorarea produselor.

Calculul valorii unor mărimi. Realizarea unor reprezentări grafice.

Competențe interdisciplinare
Explicarea demersului experimental (STEM)
Interpretarea rezultatelor (STEM)
Competențe transdisciplinare
Comunicarea informațiilor importante, valoroase (selectiv)
Reflecția privind demersul personal al cunoașterii
Cercetarea în și cu lumea reală
Imaginarea soluțiilor posibile și a consecințelor acestora

Fişa 3
NEVOILE VIEȚUITOARELOR PENTRU A SUPRAVIEȚUI - REALIZAREA UNUI FILTRU DE APĂ

1. Nevoile supraviețuitoarelor pentru a supraviețui
Manualul de Matematică şi explorarea mediului, Editura EDP, Pițăilă T. Mihăilescu C. pagina 5

NE INFORMĂM

• Nevoile de bază ale animalelor sunt aerul, apa, hrana, căldura şi lumina. Atunci când una dintre acestea nu este îndeplinită, organismul reacționează, încercând să se apere.

• În absența aerului, plantele se îngălbenesc. Omul respiră din ce în ce mai des şi apare senzația de greață, amețeală şi chiar starea de leşin.

• Viața fără apă este imposibilă pentru plante, animale şi oameni. Aceasta se află în componența sângelui, a muşchilor, dar şi a tuturor organelor corpului.

2. Problema
Cum se poate confecționa un filtru de apă?

3. Ce ştiu
Omul are nevoie de apă pentru a se hidrata, pentru a prepara hrana, a se spăla şi a-şi spăla îmbrăcămintea;
-apa trebuie să fie potabilă.

4. Materiale puse la dispoziție

- flacon de plastic de 0,5 l tăiat la bază;
- capacul sticlei - găurit;
- 100 g nisip fin;
- hârtie filtru de cafea;
- bucată de tifon.

5. Reflecție şi documentare
Elevii vor lucra în grupe a câte 4, ei trebuie să se gândească timp de 20 minute ce vor face cu materialele puse la dispoziție, astfel încât să confecționeze un filtru de apă. Au dreptul de a se consulta între ei.

Anticipare

6. Ipoteză
Dacă apa cu impurități trece prin straturi de nisip şi cărbune atunci se purifică.
Filtrul de cafea reține impuritățile de dimensiuni mai mari sau egale cu ochiurile sitei filtrului.

7. Testarea soluției prin activitate experimentală (observație) ghidată de profesor

Vei respecta următoarele instrucțiuni:

a) cu ajutorul unei foarfece decupează fundul sticlei de plastic;
b) introdu în interiorul sticlei de plastic un filtru de cafea;
c) pune un strat de cărbune mărunțit;
d) pune un strat de nisip;
e) toarnă în sticlă apă murdară;
f) așează sticla cu gura în jos, având ca suport un pahar de plastic;
g) observă ce se întâmplă cu apa murdară.

8. Prezentarea explicației

Redă prin desen ce ai observat.

Fotografii din timpul activității (dovezi)







9. Concluzii și dezvoltări

Răspunde la următoarele întrebări:

- Dacă apa nu este curată după prima filtrare ce poți face?
- Cunoști și alte moduri prin care poți obține apă potabilă?

- Poți construi o stație de epurare a apei?
....
....
....
....
....
……………………………………………………………………………………..
……………………………………………………………………………………..
……………………………………………………………………………………..
……………………………………………………………………………………..
……………………………………………………………………………………..

10. Reflecție

Prezintă 3 lucruri pe care le-ai făcut în cadrul acestei activități.
Ce dificultăți ai întâmpinat și cum le-ai depășit?
Expune 2 lucruri pe care le-ai învățat.
Formulează o întrebare legată de această activitate.
Lipește pe desenul tău stickerele care indică ce cunoștințe ai dobândit azi:
S-Științe, M-Matematică, T-tehnologie, A-Arte, R-Limbajul științific; E-Inginerie.

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

Vocabular științific nou: inodor, incolor, filtru.

11. **Analiza STREAM a achizițiilor**



- **S – Știință:** Definirea conceptelor științifice noi. Formularea de ipoteze. Realizarea de măsurători.
- **T – Tehnologie:** Selectarea materialelor necesare în funcție de proprietăți.
- **R – Reading, lectură:** Formularea de explicații folosind limbajul științific, tehnic sau matematic.
- **E – Inginerie:** Proiectarea experimentului și a dispozitivului experimental.
- **A – Arte:** Decorarea produselor.
- **M – Matematică:** Calculul valorii unor mărimi. Realizarea unor reprezentări grafice.

Competențe interdisciplinare
Explicarea demersului experimental (STEM)
Procesarea datelor (STEM)
Interpretarea rezultatelor (STEM)
Competențe transdisciplinare
Comunicarea informațiilor importante, valoroase (selectiv)
Reflecția privind demersul personal al cunoașterii
Aplicarea noilor cunoștințe în lumea reală
Împărtășirea cunoștințelor privind abordările și problemele complexe
Cercetarea în și cu lumea reală
Imaginarea soluțiilor posibile și a consecințelor acestora

Fişa 4

SĂPTĂMÂNA SPAȚIULUI COSMIC-RACHETA

1.Elevii sunt împărțiti pe grupe a câte 4 elevi. Fiecare grupă primeşte un bilețel pe care sunt scrise câteva propoziții zise de către singurul cosmonaut român care a zburat în spațiu ing.dr. Dumitru Dorin Prunariu.

„Tatăl meu, inginer, mi-a explicat în timp ce înseamnă un avion, de ce zboară, ce fenomene se produc. La început le-am luat ca atare, nu le-am înţeles că eram prea mic, m-am înscris la un cerc de aeromodele, am învăţat să construiesc modele, am învăţat ce înseamnă aerodinamică, mi-am dorit să construiesc avioane mai mari cu care să zbor eu însumi, m-am ocupat şi de rachetomodele şi dorinţa aceasta de a construi aparate de zbor şi de a zbura cu ele m-a însoţit în permanenţă. Am urmat cursurile Facultăţii de Inginerie Aerospaţială, am devenit inginer de aviaţie şi am avut marea şansă să mă aflu la locul potrivit, la momentul potrivit pentru a afla despre selecţionările de candidaţi de cosmonauţi români şi să ridic mâna, la început mai mult din curiozitate şi să spun că vreau şi eu".

Dumitru Prunariu (articol apărut în ziarul Adevărul.ro la data de 01.06.2022)

2. Problema
Cum zboară o rachetă?
https://youtu.be/G cv8CCk9g?t=23

3. Ce știu
Elevii trebuie să noteze pe o foaie tot ce știu ei despre aparatele de zbor: avion,

4. Materiale puse la dispoziție
- un balon;
- bandă adezivă/scotch;
- un pai;
- 3 m de sfoară;
- 2 scaune/ 1 scaun și

5. Reflecție și documentare
Elevii trebuie să discute, apoi să noteze pe o foaie de ce zboară racheta și de ce materiale ar avea nevoie pentru a rezolva această situație problemă.

Anticipare

6. Ipoteză
Racheta este propulsată prin ejectarea cu viteză mare a unor gaze rezultate în urma arderii unui combustibil lichid sau gazos provenind de la un motor de rachetă.

7. Testarea soluției prin activitate experimentală (observație) ghidată de profesor

a) introdu sfoara prin pai și întinde-o bine de-a lungul sălii de clasă;
b) leagă capetele sforii între 2 obiecte (folosește 2 scaune din clasă);
c) lipește astfel încât gura balonului să fie îndreptată către tine;
d) suflă în balon, apoi lipește de pai cu banda adezivă;
e) gura balonului trebuie să fie îndreptată spre capătul mai apropiat al sforii;
f) numără: 3, 2, 1 apoi spune-i colegului tău să îi dea drumul balonului.

8. Prezentarea explicației

Redă prin desen ce ai observat.

Fotografii din timpul activității (dovezi)







9. Concluzii și dezvoltări

Răspunde la următoarele întrebări:

- Cunoști și alte materiale pe care le-ai putea folosi în realizarea unei rachete?
- Ai putea să dai un alt exemplu de lansare a unei rachete confecționate de către tine?

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

10. Reflecție

Prezintă 3 lucruri pe care le-ai făcut în cadrul acestei activități.

Ce dificultăți ai întâmpinat și cum le-ai depășit?

Expune 2 lucruri pe care le-ai învățat.

Formulează o întrebare legată de această activitate.

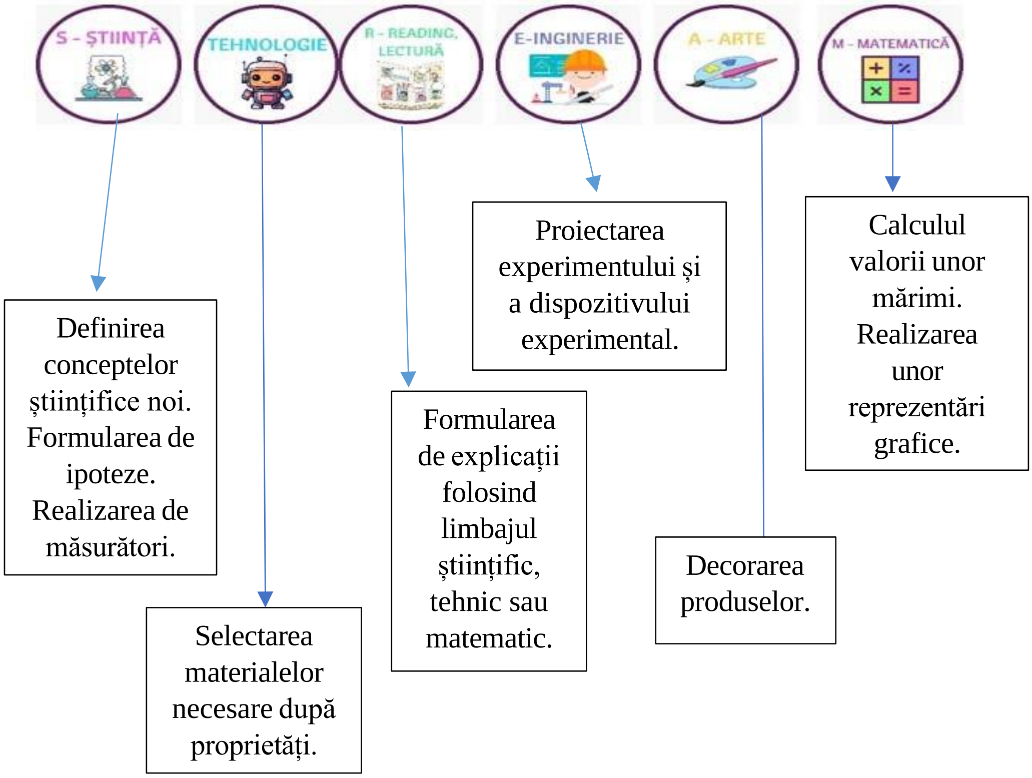
Lipește pe desenul tău stickerele care indică ce cunoștințe ai dobândit azi:

S-Științe, M-Matematică, T-tehnologie, A- Arte, R-Limbajul științific; E-Inginerie.

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

Vocabular științific nou: motor cu propulsie.

11. Analiza STREAM a achizițiilor



Competențe interdisciplinare
Explicarea demersului experimental (STEM)
Procesarea datelor (STEM)
Interpretarea rezultatelor (STEM)
Competențe transdisciplinare
Comunicarea informațiilor importante, valoroase (selectiv)
Reflecția privind demersul personal al cunoașterii
Aplicarea noilor cunoștințe în lumea reală
Împărtășirea cunoștințelor privind abordările și problemele complexe
Cercetarea în și cu lumea reală
Imaginarea soluțiilor posibile și a consecințelor acestora

Fișa 5
SĂPTĂMÂNA ALTFEL- POȚIUNEA MAGICĂ

1. Elevii se află în sala de cinema și vizionează filmul: Asterix: Secretul poțiunii magice

2. Problema
Putem crea o poțiune magică?

3. Ce știu
Elevii discută despre personajele care apar în film, despre modul în care ei se apărau împotriva cotropitorilor, cum își făceau poțiuni magice.

4. Materiale puse la dispoziție:
70 ml apă
30 ml lipici lichid cu sclipici
un cilidru gradat (din plastic)
un recipient de sticlă cu dop de plută de 100 ml

5. Reflecție și documentare
Elevii trebuie să se gândească ce vor face cu materialele puse la dispoziție pentru a realiza o poțiune magică. Au dreptul de a se consulta între ei.

Anticipare

6. Ipoteză
Poțiunea se obține amestecând apa cu lipiciul lichid cu sclipici.

7. Testarea soluției prin activitate experimentală (observație) ghidată de profesor

Vei respecta următoarele instrucțiuni:

a) măsoară cu ajutorul cilindrului gradat 70 ml de apă;
b) toarnă apa în recipientul de sticlă;
c) introdu lipici cu sclipici până la linia de măsură desenată pe recipientul de sticlă;
d) astupă recipientul cu dopul de plută;
e) agită bine sticla.

8. Prezentarea explicației

Redă prin desen ce ai observat.

Fotografii din timpul activității (dovezi):











9. Concluzii și dezvoltări

Răspunde la următoarele întrebări:

- Ai putea folosi alte materiale și substanțe pentru a face o poțiune magică?
- Când poți utiliza această poțiune?
- Poți crea o instalație decorativă folosind aceste poțiuni?

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

10. Reflecție

Prezintă 3 lucruri pe care le-ai făcut în cadrul acestei activități.
Ce dificultăți ai întâmpinat și cum le-ai depășit?
Expune 2 lucruri pe care le-ai învățat.
Formulează o întrebare legată de această activitate.
Lipește pe desenul tău stickerele care indică ce cunoștințe ai dobândit azi:
S-Științe, M-Matematică, T-tehnologie, A-Arte, R-Limbajul științific; E-Inginerie.

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

Vocabular științific nou: cilindru gradat, poțiune

11. Analiza STREAM a achizițiilor



S: Definirea conceptelor științifice noi. Formularea de ipoteze. Realizarea de măsurători.

T: Selectarea materialelor necesare după proprietăți.

R: Formularea de explicații folosind limbajul științific, tehnic sau matematic.

E: Proiectarea experimentului și a dispozitivului experimental.

A: Decorarea produselor

M: Calculul valorii unor mărimi. Realizarea unor reprezentări grafice.

Competențe interdisciplinare
Explicarea demersului experimental (STEM)
Procesarea datelor (STEM)
Interpretarea rezultatelor (STEM)
Competențe transdisciplinare
Comunicarea informațiilor importante, valoroase (selectiv)
Reflecția privind demersul personal al cunoașterii
Aplicarea noilor cunoștințe în lumea reală
Imaginarea soluțiilor posibile și a consecințelor acestora

Capitolul 10. **Abordarea integrată STEM/STEAM/STRREAM+CIG la nivelul ciclului primar prin proiecte în serviciul comunității. Exemple practice**

Marinela Lenuța BĂRNUȚIU-SÂRCA

10.1. Necesitatea proiectelor integrate STEM/STEAM/STRREAM în primii ani ai școlarității

Abordarea integrată STEM/STEAM/STREAM vine să acopere nevoile reale ale societății în care trăim și urmărește pregătirea elevilor pentru meseriile STEM de mâine. Profesorii nu au cum să anticipeze sarcinile de lucru pe care le vor desfășura elevii de azi peste 30 de ani, însă înarmarea lor cu un set de abilități inter și transdisciplinare este o acțiune absolut necesară.

Proiectele educative integrate STEM/STEAM/STREAM angajează elevii într-o investigație bazată pe cercetare transdisciplinară și cooperare. Conceptele academice esențiale se pot învăța mult mai ușor prin rezolvarea problemelor din viața reală, care necesită cunoștințe din domeniile Științe, Tehnologie, Lectura și scrierea științifică, Inginerie, Arte și Matematică. Cadrul de învățare STREAM realizează conexiuni între școală, comunitate și câmpul muncii, iar tipologia activităților propuse în cadrul unor astfel de proiecte motivează elevii să descopere lumea prin prisma unui cercetător.

Conceperea și implementarea proiectelor integrate STEM/STEAM/STREAM consumă timp și solicită multe resurse care nu sunt furnizate de programa școlară, manuale sau infrastructură. Cu toate acestea, în ultimii ani profesorii doresc să implementeze la clasă astfel de proiecte. Importanța acordată educației STEM de către profesorii pentru învățământul primar din România (prin participarea într-un număr tot mai mare la stagii de formare în domeniul STEM) sugerează necesitatea revizuirii programei școlare și dezvoltarea unei culturi STEM la nivelul instituțiilor școlare. Drept urmare, am considerat necesară propunerea unor modele de bună practică.

Prezentăm, în cele ce urmează, două modele de proiecte educative care pot fi adaptate și aplicate în ciclul primar în cadrul unor unități de învățare integrate. Proiectele se desfășoară pe perioade mai lungi de timp și vizează abordarea integrată STEM/STEAM (Științe, Tehnologie, Inginerie, Matematică și Arte), respectiv STR*R*EAM+*CIG* (Științe, Tehnologie, Reading, *Robotică,* Inginerie, Arte, Matematică, *Educație civică, Istorie și Geografie).* Răspunsurile întrebărilor declanșatoare și a celor secundare propuse în debutul proiectelor vor fi obținute prin parcurgerea unui demers investigativ care facilitează înțelegerea unor concepte abstracte pentru micii școlari. Tematica proiectelor propuse face apel la învățarea experiențială, respectiv la învățarea prin implicarea directă a elevilor în rezolvarea unor probleme reale și stringente ale comunităților în care trăiesc. Elevii sunt nevoiți să memoreze conținuturi, să își consolideze abilitățile de gândire pe măsură ce își

dezvoltă empatia. De asemenea, aplică ceea ce învață la școală pentru a contribui la schimbarea în bine a comunității.

10.2. Proiect educațional STREAM "Descoperim lumea înconjurătoare alături de Paxi" aplicabil ciclului de achiziții fundamentale (clasele pregătitoare, I și a II-a)

Modelul acestui prim proiect prezentat în lucrarea de față vizează lărgirea orizontului de învățare și înțelegere a lumii înconjurătoare prin activități interactive integrate STEM/STEAM, aplicabile în cadrul ciclului de achiziții fundamentale, adică în primii trei ani ai școlarității.

Proiectul este structurat în trei mari etape: Brainstorming, Investigația și Extinderea cunoștințelor din domeniile STREAM. Pe parcursul a patru luni, elevii, cu sprijinul profesorului de la clasă și a unor parteneri cheie: Agenția Spațială Română (ESERO), Inspectoratul Școlar Județean Sălaj etc. încearcă să răspundă la o întrebare provocatoare (numită "declanșatoare"), formulată de profesor cu ajutorul elevilor.

Pentru găsirea răspunsului la întrebare demersul investigativ vizează realizarea unor activități practice propuse de către ESA (Agenția Spațială Europeană) și unele experimente interactive alese de profesorul de la clasă. Toate aceste activități de instruire urmăresc atât atingerea unor obiective operaționale, cât și realizarea unor conexiuni interdisciplinare între domeniile STREAM în vederea formării unor abilități transdisciplinare relevante (Figura 10.1).

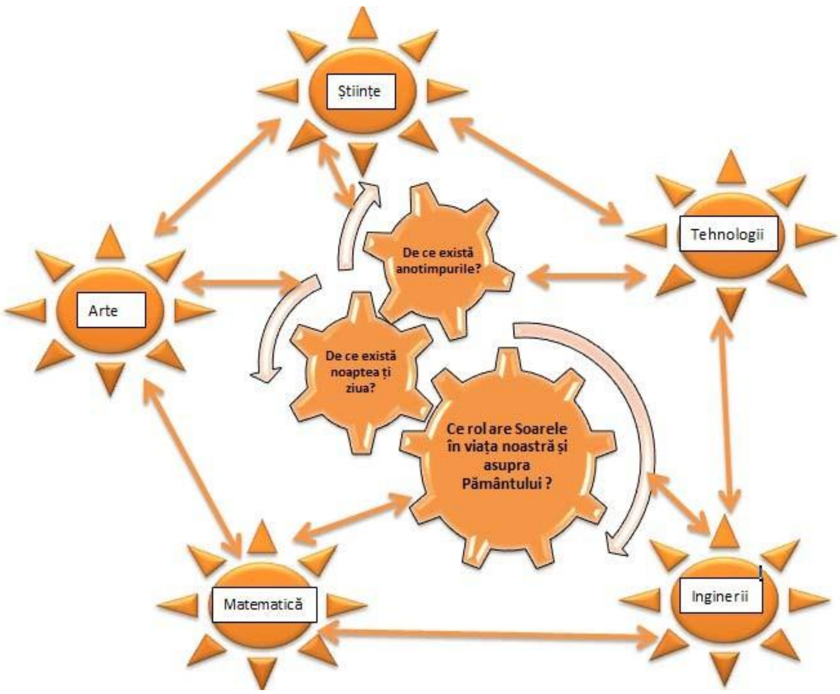


Figura 10.1. Modelul abordării integrate STEAM în proiectul Descoperim lumea înconjurătoare alături de PAXI

Denumirea proiectului: Descoperim lumea înconjurătoare alături de Paxi
Nivel de studiu: nivel primar
Clasa: clasa a II-a
Propunător: Sârca Marinela Lenuța
Perioada de desfășurare: octombrie 2023–februarie 2024
Tema abordată: Eu, Soarele și Pământul
Disciplina de la care porneşte integrarea: Comunicare în limba română
Pilonii STREAM: Matematică, Științe, Inginerii, Arte, Tehnologii și Lectura și scrierea științifică
Scopul proiectului: Studiul mişcărilor de rotație și de revoluție a Pământului și a efectului lor asupra vieții micului şcolar, prin intermediul abordării integrate STREAM**.**
Obiectivele proiectului:
O1. Descoperirea poziției și rolului Soarelui în Sistemul Solar.
O2. Descrierea mișcării de rotație și a mișcării de revoluție a Pământului.
O3. Identificarea cauzelor alternanției zi-noapte, respectiv a modului de formare a anotimpurilor.
O4. Realizarea produsului intitulat Galaxia într-o sticlă.
O5. Modelarea Sistemul Solar prin activități practice (executarea de operaţii de măsurare, trasare, tăiere, îmbinare a diferitelor elemente pentru confecționarea Sistemului Solar).
O6. Modelarea machetei orașului Rjukan prin activități practice (executarea de operaţii de măsurare, trasare, tăiere, îmbinare a diferitelor elemente pentru confecționarea machetei orașului Rjukan).
O7. Utilizarea eficientă a resurselor utilizate în activitățile practice și experimentale.
Parteneri implicați :
a. Inspectoratul Școlar Județean Sălaj cu rol consultativ și de avizare a proiectului.
b. ESERO România (Agenția Spațială Română) cu rol de informare și formare.
c. Ziare locale cu rol în mediatizarea proiectului.
d. Televiziunea locală cu rol în mediatizarea proiectului.
e. Firme din zonă cu rol de asigurare de resurse materiale și financiare.

Tabelul 10.1. Diagrama activităților bazate pe abordări integrate STREAM

Nr. crt.	***Activitate propusă***	***Obiectiv educațional***	**Piloni STREAM**						**Abilități transdisciplinare dezvoltate**	**Abilități disciplinare dezvoltate**
			Științe	***Tehnologii***	***Reading***	***Inginerii***	***Arte***	***Matematică***		
1.	Activitatea 1	O1, O2, O3	(colorat)	(colorat)	(colorat)			(colorat)	Organizare și planificare Reflecție Cercetare transdisciplinară	Participarea cu interes la dialoguri, în diferite contexte de comunicare.

2.	Activitate 2	O1, O2, O3							Organizare și planificare Reflecție Cercetare transdisciplinară Mindfulness Munca în echipă	Participarea cu interes la dialoguri, în diferite contexte de comunicare.
3.	Activitatea 3	O2, O3							Reflecție Cercetare transdisciplinară Munca în echipă	Alegerea unor materiale potrivite pentru a realiza experimentul propus. Observarea alternanței zi-noapte.
4.	Activitatea 4	O4, O7							Cercetare transdisciplinară Inquiry Rezolvarea de probleme Munca în echipă Proiectare și construire	Alegerea unor materiale potrivite pentru a realiza produsele propuse. Realizarea unor lucrări practice estetice. Măsurarea unor suprafețe, calculul matematic.
5.	Activitatea 5	O5, O7							Cercetare transdisciplinară Inquiry Rezolvarea de probleme Munca în echipă Proiectare și construire	Alegerea unor materiale potrivite pentru a realiza produsele propuse. Realizarea unor lucrări practice estetice. Măsurarea unor suprafețe, calculul matematic.
6.	Activitatea 6	O6, O7							Cercetare transdisciplinară Inquiry Rezolvarea de probleme Munca în echipă Proiectare și construire	Alegerea unor materiale potrivite pentru a realiza produsele propuse. Realizarea unor lucrări practice estetice. Măsurarea unor suprafețe, calculul matematic.

7.	Activitatea 7	O2							Inquiry Munca în echipă	Implicarea activă în realizarea sarcinilor de lucru și dezvoltarea abilităților de muncă în grup.

ETAPELE PROIECTULUI

1. DESFĂȘURAREA ACTIVITĂȚILOR ÎN PROIECT - ETAPE:

E1. BRAINSTORMING

Descrierea succintă a etapei

Elevii, cu sprijinul profesorului și o serie de parteneri implicați vor realiza un demers investigativ pentru a înțelege și aprofunda conceptele referitoare la zi, noapte, anotimpuri, sistem solar, mișcare de rotație și revoluție etc.

Tehnica formulării de întrebări (TFI):

Elevii sunt încurajați să adreseze o mulțime de întrebări legate de tema generală a proiectului. Mai apoi, sub îndrumarea profesorului se vor selecta cele mai importante trei întrebări care ar putea oferi un răspuns amplu întrebării declanșatoare.

Întrebarea declanșatoare: Ce rol are Soarele în alternanța zi-noapte și în formarea anotimpurilor?

Întrebări derivate/secundare (2) selectate din banca de întrebări și idei:

1. De ce există ziua și noaptea?
2. De ce există anotimpurile?

Sarcini de lucru:

1. Documentare, discuții și reflecție pentru a înțelege importanța Soarelui în procesul de formare a zilelor și nopților, cât și succesiunea anotimpurilor:

- Caută pe Google informații legate de planeta Pământ - mișcarea de rotație și mișcarea de revoluție.
- Discută cu personalul din cadrul ESERO România (Agenția Spațială Română).
- Participă la interviul cu domnul Virgiliu Pop, co-manager ESERO România.
- Solicită informații de la adulți sau specialiști (părinți/profesori etc.)

2. Elevii consemnează toate informațiile relevante obținute în urma documentării.

Descrierea activității 1. Sesiune informativă

Elevii poartă discuții legate de importanța Soarelui în viața noastră și elaborează un set de întrebări și se documentează pentru a răspunde la întrebări. În continuarea activității informațiile colectate sunt diseminate în clasă și rediscutate. Învățătoarea le oferă exemple concrete privind relația Soarelui cu viața pe Pământ prin intermediul unei prezentări PowerPoint (PPT) (Anexa 1) și le proiectează două filme în care Paxi, o mascotă veselă, le prezintă componența Sistemului Solar și modul de formare a zilelor, nopților și anotimpurilor. Link-urile prezentărilor se află mai jos.

https://www.youtube.com/watch?v=XIBlVNtzymU – Sistemul Solar

https://www.youtube.com/watch?v=X22p7YK2-Co – Formarea zilelor si a nopților

Descrierea activității 2. Interviu cu invitații
În cadrul unei întâlniri online pe Zoom, elevii au ocazia să-l cunoască pe domnul Virgiliu Pop, co-manager ESERO România, care le oferă informații și răspunde întrebărilor adresate de aceștia. Elevii, având o bază de cunoștințe legate de Sistemul Solar, mișcările de rotație și de revoluție, sunt în măsură să adreseze un set complex de întrebări expertului. Întâlnirea conține informații organizate într-o prezentare PPT despre temele abordate și se încheie printr-un interviu în care elevii adresează întrebări invitatului.
Metode și procedee de folosite: brainstorming, brainwriting, conversația, explicația, învățarea prin descoperire.
Forme de organizare: Muncă în grup/echipă și activități frontale.
Sesiunea informativă din clasă și întâlnirea online cu domnul Virgiliu Pop ajută elevii să se familiarizeze cu informațiile legate de spațiul cosmic, Sistemul Solar, mișcarea de rotație, mișcare de revoluție. Filmulețele și resursele puse la dispoziție de către Agenția Spațială Europeană îi vor motiva pe elevi să fie curioși și să descopere singuri lucruri noi.

E2. INVESTIGAȚIA
Demersul investigativ:
Ideea proiectului: Investigarea conceptelor legate de mediul în care trăiesc, prin experimente și activități practice. Înțelegerea succesiunii anotimpurilor care produc schimbări în viața oamenilor, viețuitoarelor și plantelor.
Experimentul și activitățile practice propuse vor facilita înțelegerea deplină a noțiunilor și conceptelor introduse.
Sarcini de lucru:
1. Echipele de proiect confecționează toate materialele propuse.
2. Elevii, partenerii implicați, împreună cu profesorul de la clasă realizează activitățile propuse.
3. Echipa de proiect analizează toate rezultatele obținute în urma demersului instructiv-educativ.
4. La final, elevul desemnat notează concluzia finală (răspunsul întrebării declanșatoare).
Descrierea activității 3: De ce este zi într-o parte a globului și noapte în partea opusă?
Forma sferica a Terrei și mișcarea în jurul Soarelui și în jurul axei sale sunt responsabile de alternanța zilelor și a nopților. Prin experimentul de mai jos vom putea observa în detaliu cum se produce alternanța zi-noapte.



Figura 10.2. Experiment alternanța zi-noapte

Pentru a face acest experiment ai nevoie de:
- o lanternă a cărei lumină să joace rolul luminii Soarelui;
- un glob geografic mic sau mare (se poate folosi și o minge).

Este de preferat ca în sala de clasă să fie mai întuneric pentru a se putea observa diferențele. Se rotește încet globul pământesc în timp ce elevii vor observa cum lumina de la lanternă luminează doar o parte a globului (reprezentând ziua), cealaltă parte fiind în întuneric (reprezentând noaptea).

Descrierea activității 4: GALAXY BOTTLE - activitate practică

Elevii vor afla detalii legate de planetele care alcătuiesc Sistemul Solar, ordinea în care orbitează în jurul Soarelui și alte informații interesante, iar apoi vor crea o galaxie într-o sticlă.

Materiale necesare: sticlă plastic 100 ml cu dop, colorant albastru și indigo, 2 pipete, vată, sclipici – praf de stele, steluțe și alte accesorii, lipici lichid transparent, 50 ml apă, creion, radieră (Figura 10.3).



Figura 10.3. Galaxia într-o sticlă

Descrierea activității 5: SISTEMUL SOLAR - activitate practică

După sesiunile de informare, elevii vor avea de confecționat Sistemul Solar în miniatură folosind materiale uzuale. Materiale necesare: o portocală/clementină, scobitoare, plastilină, foaie cartonată neagră, sare (Figura 10.4)



Figura 10.4. Mini Sistemul Solar

Descrierea activității 6: *Confecționarea machetei orașului Rjukan*
Macheta se realizează utilizând carton, foi colorate și diverse cutii goale. Cu ajutorul plastilinei se vor construi munți înalți. Soarele va fi reprezentat de o veriozǎ care nu poate lumina orașul din cauza poziției munților. Elevii vor gǎsi soluții pentru a aduce lumina solară în oraș. La final vor monta câteva oglinzi pentru a testa ideea prezentată în filmul de pe youtube https://www.youtube.com/watch?v=1PbAsci1D0k .
Metode și procedee de investigare folosite: observația, experimentul, învățare bazată pe proiect (PBL), conversația euristică, evaluarea dinamică, gândirea critică, gândirea reflectivă.
Forme de organizare: Muncă în grup/echipă și activități frontale.
Elevii sunt încurajați să reflecteze asupra noilor cunoștințe, să ofere și solicite feed-back.

E3.EXTINDEREA CUNOȘTINȚELOR DIN DOMENIILE STREAM
Descrierea succintă a etapei
Domnul Virgiliu Pop lansează elevilor provocarea de a participa la activitatea Mision X, activitate de instruire organizată la nivel internațional. Elevii trebuie să efectueze activități fizice și științifice propuse de organizatori și să le încarce pe platforma Mision X pentru a câștiga pași care-i ajută pe cei doi astronauți imaginari Luna și Leo să parcurgă 384400 km - distanța de la Pământ la Lună.

Activitate/sarcini de lucru
1. Participarea la activitatea „Mision X” coordonată de ESERO România
Prin această activitate elevii se pregătesc fizic și științific să devină astronauți. Ei vor viziona filmulețe în care este prezentat programul zilnic al unui astronaut. Filmulețe îi ajută să înțeleagă mai bine efectul forței gravitaționale asupra corpului uman și obiectelor înconjurătoare.

Descrierea activității 7: Viitori astronauți
7.1. Efectuați genuflexiuni și flotări pentru a dezvolta forța muschilor membrelor superioare și inferioare.
7.2. Alergare ușoară de rezistență (10 minute zilnic).
7.3. Înregistrați observațiile despre îmbunătățirea antrenamentului de forță în timpul acestei experiențe fizice în Jurnalul personal.

<u>Aptitudini dezvoltate:</u> Forță, echilibru, rezistență, muncă în echipă, rezistență.
Astronauții trebuie să îndeplinească în spațiu sarcini fizice care necesită un sistem osos și muscular puternic. Într-un mediu cu gravitație redusă, mușchii și oasele pot deveni slabe, așa că astronauții trebuie să se pregătească prin antrenament de forță. Ei lucrează cu specialiști în forță și condiționare pe Pământ și continuă să lucreze în spațiu pentru a-și menține mușchii și oasele puternice pentru misiuni de explorare și activități de descoperire.

Echipamente

- Echipament opțional:
  - Ceas sau cronometru
  - Acces la jurnalul de perete al clasei
  - Metronom
- Pentru elevi: Jurnal personal de misiune

Durata: 20 minute/zilnic

(Activitatea 7 a fost preluată de pe site-ul proiectului Mision X https://trainlikeanastronaut.org/ro/ și aplicată la clasă)

Metode și procedee: exercițiul, conversația, explicația, învățarea prin descoperire, jocul, comunicare, lucru în echipă, rezolvare de probleme.

Forme de organizare: individual, pe echipe/grupe, frontal.

2. MONITORIZAREA ȘI EVALUAREA PROIECTULUI

Monitorizare activității elevilor prin fișe de lucru și observații sistematice.

Evaluarea rezultatelor calitative și cantitative aşteptate ca urmare a implementării proiectului

- Interes pentru activitățile integrate STEM/STEAM.
- Implicarea în activitățile proiectului.
- Interes pentru activitățile investigative.
- Cunoştinţe privind Sistemul Solar, mișcarea de rotație și de revoluție.
- Abilități disciplinare și transdisciplinare dezvoltate elevilor.
- Produse obținute în urma activităților.

Modalităţi de diseminare și mediatizare a rezultatelor proiectului

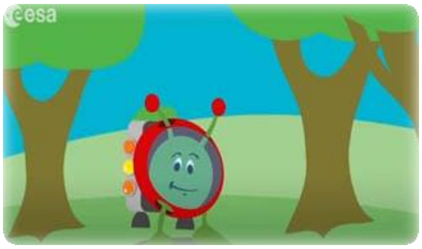
- Publicarea rezultatelor obţinute (fișe de lucru și de observație) în reviste de specialitate.
- Publicarea unor fotografii care prezentă activitățile și produsele elevilor.
- pe site-ul școlii.
- Adresa de facebook a şcolii, dar și a partenerilor implicați.
- Grupuri de whatsapp.
- Presa locală.

Modalităţi de asigurare a continuităţii /sustenabilităţii proiectului

Elevul va fi mereu în centrul atenției profesorilor, iar implicarea, seriozitatea și popularizarea rezultatelor acestora vor fi un imbold pentru continuarea proiectului.

Se intenționează extinderea proiectului la nivel regional în anul școlar 2024-2025, dat fiind interesul pentru această tematică la nivel național și internațional. În cadrul acestei ediții avem bucuria de a avea parteneri din Portugalia și Turcia.

Anexa 1. Materialele consultate de elevi la prima activitate





https://www.youtube.com/watch?v=XIBlVNtzymU – Sistemul Solar

https://www.youtube.com/watch?v=X22p7YK2-Co – Formarea zilelor și a nopților

Prin intermediul unei prezentări Power-Point sugestive, elevii au descoperit povestea unor orașe care nu se bucură de lumina soarelui pe tot parcursul anului, iar aplicația Google Earth a permis elevilor observarea în detaliu a așezării orașelor din prezentarea pe glob.

„Noi ne bucurăm de lumina Soarelui aproape în fiecare dimineață, când răsare triumfător pentru a începe o nouă zi, însă unele locuri din lume sunt luminate de Soare doar câteva zile pe an. Vrei să știi unde este mai mereu întuneric?

- *Juneau este capitala statului Alaska și are parte de aproximativ 67 de zile însorite pe an.*
- *În oraşul german Köln sunt doar 65 de zile cu soare, dar asta nu împiedică turiştii să viziteze acest oraş minunat.*
- *Birmingham este printre cele mai mari oraşe din Regatul Unit, dar puţini ştiu că soarele apare aici doar 62 de zile pe an.*
- *În oraşul Kiruna sunt aproximativ 61 de zile cu soare.*
- *Reikiavik este capitala Islandei şi este cunoscută pentru temperaturile scăzute pe tot parcursul anului. Nici soarele nu răsare prea des în acest oraş, dat fiind faptul că sunt aproximativ 55 de zile cu soare pe an.*
- *Murmansk din Rusia este luminat de soare 53 de zile pe an deoarece se află deasupra Cercului Polar de Nord. Poziţionarea geografică face acest oraş să fie cuprins de o noapte eternă timp de câteva luni.*
- *Prince Rupert din Columbia Britanică, Canada, are aproximativ o zi în minus de soare faţă de Murmansk. Aici sunt 52 de zile însorite anual. Oraşul se află pe o insulă în Oceanul Pacific unde vremea este destul de neprietenoasă. Aici plouă 240 de zile pe an, iar uneori o ceaţă densă acoperă întreaga insulă.*
- *Torshavn din Danemarca este considerat a fi orașul cel mai înnorat din Insulele Feroe având doar 35 de zile cu soare pe an. Nivelul ridicat de trai îi face pe danezii din acest oraș să ducă o viață frumoasă și liniștită. Vă întrebați cum rezistă cu atât de puțin soare? Orașul are clădiri vopsite în culorile curcubeului, iar panorama este extrem de luminoasă mereu.*

- *Cel mai întunecat loc de pe planetă este pe o insulă unde într-o micuţă localitate numită Olonkinbyen locuiesc câteva persoane care lucrează în cercetare. Insula se numeşte Jan Mayen şi aparţine de Norvegia. Aici sunt doar 34 de zile însorite pe an, în rest întunericul deţine controlul. Insula este superbă datorită naturii neatinse de construcţii şi fabrici.*
- *În Norvegia se află Rjukan unde soarele nu răsare timp de şase luni, iar în cealaltă jumătate de an depinde doar de noroc. Acest oraş este campionul listei deoarece este situat între munţi la altitudine mică, iar soarele nu poate pătrunde. Pentru a rezolva problema soarelui în acest oraş s-a găsit o soluţie. În anul 2013 s-au pus oglinzi pe munte pentru a dirija lumina către oraş."*

(Informații preluate de pe site-ul: https://stiripentrucopii.com/2020/08/03/cele-mai-intunecate-orase-sunt-luminate-de-soare-cateva-zile-pe-an/)

10.2. Proiect educațional STRREAM+CIG „Contribuim la menținerea comunității noastre curate cu ajutorul lui Paxi“ aplicabil ciclului de dezvoltare (clasele a III-a și a IV-a)

Cel de-al doilea model de proiect propus implică abordarea integrată STRREAM+CIG (Științe, Tehnologii, Reading, Robotică, Inginerii, Arte, Matematică, Educație civică, Istorie și Geografie), fiind gândit astfel încât să rezolve o problemă actuală/nevoie a comunității din care face parte școala/clasa propunătoare. Elevii participanți la proiect au constatat faptul că mediul înconjurător suferă din cauza poluării, iar copiii au nevoie să se joace și să socializeze într-un spațiu verde și curat.

Structura proiectului urmează cele trei etape: Brainstorming, Investigația și Extinderea cunoștințelor. Proiectul prezintă un grad de complexitate mai ridicat deoarece implică o analiza de nevoi și cunoștinte din mai multe domenii (10 domenii). Pe baza nevoii selectate se propune un demers instructiv-educativ. Profesorii pot gândi activități diverse menite să dezvolte abilități disciplinare conform programelor școlare în vigoare, dar și abilități interdisciplinare și transdisciplinare necesare micilor școlari (Figura 10.2).



Figura 10.5. Modelul abordării integrate STRREAM+CIG în proiectul Contribuim la menținerea comunității noastre curate cu ajutorul lui Paxi (Mascota oficială ESERO România)

Denumirea proiectului: Contribuim la menținerea comunității noastre curate cu ajutorul lui Paxi
Nivel de studiu: nivel primar
Clasa: clasa a IV-a
Propunător: Sârca Marinela Lenuța
Perioada de desfășurare: octombrie 2023 – august 2024
Tema abordată: Împreună pentru un viitor luminos!
Disciplina de la care pornește integrarea: Științe
Pilonii STRREAM+CIG: Matematică, Inginerii, Arte, Lectura și scrierea științifică, Tehnologii, Geografie, Istorie, Robotică, Educație civică
Scopul proiectului: Informarea și educarea unui număr cât mai mare de locuitori ai Comunei Valcău de Jos în vederea reducerii poluării de orice tip, prin intermediul abordării integrate STRREAM+ CIG.
Obiectivele proiectului
O1. Identificarea zonelor poluate și a tipurilor de deșeuri prezente preponderent în comunitatea din care fac parte elevii.
O2. Găsirea unor soluții eficiente menite să reducă poluarea și amprenta de carbon.
O3. Sensibilizarea micilor școlari, a membrilor familiilor lor și a membrilor comunității din care fac parte elevii cu privire la importanța păstrării unei comunități curate.
O4. Realizarea unor activități de ecologizare în localitatea Valcău de Jos.

O5. Plantarea unor puieți, arbuști și flori ornamentale în curtea școlii, curtea casei și pădurea din localitate.
O6. Executarea de operaţii de măsurare, trasare, tăiere, îmbinare a diferitelor elemente pentru confecționarea materialelor informative și produselor care se vor vinde în cadrul târgurilor de Crăciun și de Paște.
O7. Utilizarea eficientă și creativă a resurselor materiale necesare în proiect.

Parteneri implicați **:**
a. Inspectoratul Școlar Județean Sălaj cu rol consultativ și de avizare a proiectului.
b. Primăria locală cu rol de informare și suport financiar.
c. ECODES Sălaj cu rol de informare și formare.
d. Echipa de proiect Climate Action Project cu rol de informare și formare.
e. ESERO România (Agenția Spațială Română) cu rol de informare și formare.
f. Ziare locale cu rol în mediatizarea proiectului.

Tabel 10.2. Diagrama activităților bazate pe abordări integrate STRREAM+CIG

Nr. crt.	**Activitate propusă**	**Obiectiv educațional**	**Piloni STRREAM+CIG**										**Abilități transdisciplinare dezvoltate**	**Abilități disciplinare dezvoltate**
			Științe	***Tehnologii***	***Reading***	***Robotică***	***Inginerii***	***Arte***	***Matematică***	***Ed. civică***	***Istorie***	***Geografie***		
1	Activitatea 1	O1, O3,											Organizare și planificare Reflecție Cercetare transdisciplinară	Măsurarea unor suprafețe, calculul matematic. Dezvoltarea unor comportamente eco-responsabile în rândul membrilor comunității noastre. Participarea cu interes la dialoguri, în diferite contexte de comunicare.

2	Activitatea 2	O2, O3											Organizare și planificare Reflecție Cercetare transdisciplinară Mindfulness Rezolvarea de probleme Munca în echipă	Dezvoltarea unor comportamente eco-responsabile în rândul membrilor comunității noastre. Implicarea activă în realizarea sarcinilor de lucru și dezvoltarea abilităților de muncă în grup. Participarea cu interes la dialoguri, în diferite contexte de comunicare.
3	Activitatea 3	O2, O3											Reflecție Cercetare transdisciplinară Mindfulness Rezolvarea de probleme Munca în echipă	Dezvoltarea unor comportamente eco-responsabile în rândul membrilor comunității noastre.
4	Activitatea 4	O2, O3											Cercetare transdisciplinară Inquiry Rezolvarea de probleme Munca în echipă Proiectare și construire	Redactarea unor scrisori de solicitare sau de mulțumire. Implicarea activă în realizarea sarcinilor de lucru și dezvoltarea abilităților de muncă în grup.

5	Activitatea 5	O2, O3											Cercetare transdisciplinară Inquiry Rezolvarea de probleme Munca în echipă	Dezvoltarea unor comportamente eco-responsabile în rândul membrilor comunității noastre.
6	Activitatea 6	O2, O3, O6, O7											Cercetare transdisciplinară Inquiry Rezolvarea de probleme Munca în echipă Proiectare și construire	Alegerea unor materiale potrivite pentru a realiza produsele propuse. Realizarea unor lucrări practice estetice. Implicarea activă în realizarea sarcinilor de lucru și dezvoltarea abilităților de muncă în grup.
7	Activitatea 7	O2, O3, O7											Cercetare transdisciplinară Inquiry Rezolvarea de probleme Munca în echipă Proiectare și construire	Măsurarea unor suprafețe, calculul matematic. Implicarea activă în realizarea sarcinilor de lucru și dezvoltarea abilităților de muncă în grup.

8	Activitatea 8	O2, O3, O7											Cercetare transdisciplinară Inquiry Rezolvarea de probleme Munca în echipă Proiectare și construire	Implicarea activă în realizarea sarcinilor de lucru și dezvoltarea abilităților de muncă în grup. Dezvoltarea unor comportamente eco-responsabile în rândul membrilor comunității noastre.

Etapele proiectului
1. Desfășurarea activităților în proiect - etape:

E1. Brainstorming
Descrierea succintă a etapei
Elevii, cu sprijinul profesorului și o serie de parteneri implicați vor realiza un demers investigativ pentru a înțelege și aprofunda conceptele referitoare la poluare, tipuri de deșeuri, reducerea amprentei de carbon, ecologizare, plantare de puieți etc.
Tehnica formulării de întrebări (TFI):
Elevii sunt încurajați să adreseze o mulțime de întrebări legate de tema generală a proiectului. Mai apoi, sub îndrumarea profesorului se vor selecta trei cele mai importante întrebări care ar putea oferi un răspuns amplu întrebării declanșatoare.
Întrebarea declanșatoare:
Cum putem contribui la păstrarea unei comunități curate?
Întrebări derivate/secundare (3) selectate din banca de întrebări și idei:
1. Câte tipuri/surse de poluare există în comunitatea noastră?
2. Cum pot reduce poluarea în comunitatea noastră?
3. Cum pot forma un comportament ecologic prietenos în școală și în comunitate?
Sarcini de lucru:
1. Documentare, discuții și reflecție pentru a înțelege importanța reducerii poluării și amprentei de carbon.
- □ Caută pe Google informații legate de formele de poluare și tipurile de deșeuri.
- □ Discută cu personalul din cadrul Ecodes Sălaj, o firmă care se ocupă de reciclarea selectivă a deșeurilor.
- □ Participă la interviul cu domnul Koen Timmers, fondatorul proiectului Climate Action Project.
- □ Solicită informații de la adulți sau specialiști (părinți/profesori etc.)

2. Elevii consemnează toate informațiile relevante obținute în urma documentării.
Descrierea activității 1: *Vizită pe teren*
Elevii, alături de doamna învățătoare, vizitează comuna Valcău de Jos cu scopul de a observa în detaliu zonele cele mai poluate, tipurile de deșeuri prezente, dar și zonele care au suferit defrișări masive în ultimii ani. Se realizează fotografii care vor constitui punctul de pornire în activitatea noastră. De asemenea, elevii vizitează primăria Comunei Valcău de Jos în vederea stabilirii numărului de autoturisme care circulă constant pe raza comunei noastre, pentru a putea observa dacă calitatea aerului este afectată de creșterea numărului de autoturisme deținute de locuitorii comunei Valcău. Este important de menționat faptul că în zona noastră nu există fabrici sau uzine care ar putea influența calitatea aerului.

Descrierea activității 2: *Povestea comunității*
Printr-un joc elevii trebuie să creioneze povestea comunității lor, de unde vom desprinde și o nevoie a acesteia. Școlarii schițează o hartă a comunității unde s-au colectat și integrat atât informații legate de nevoile și resursele comunității, cât și despre nivelul poluării și modele de comportamente privind protecția mediului prezente în comuna noastră.
JOC- POVESTEA COMUNITĂȚII MELE
Durata: între 21–50 minute.
Mod de organizare: elevii creionează povestea comunității în care trăiesc din propria perspectivă, analizând plusurile și minusurile.
Materiale necesare: pixuri, creioane colorate, carioci, fotografii realizate în vizita pe teren, informații colectate, flipchart, PC, videoproiector etc.
În urma activităților întreprinse s-a putut stabili nevoia comunității, din prisma micilor școlari.

NEVOIA COMUNITĂȚII NOASTRE: Copiii au nevoie să se joace și să socializeze într-un spațiu verde și curat.
Obiectivele noastre pe termen lung sunt următoarele:
- Conservarea unui mediu rural sănătos.
- Păstrarea calității aerului într-o limită normală.
- Reducerea poluării apelor și a solului.
- Reîmpădurirea zonelor de deal din localitatea noastră.

Descrierea activității 3: *Întâlnire cu specialiști în domeniu*
În cadrul unor întâlniri online pe Zoom, elevii au ocazia să-l cunoască pe domnul Koen Timmers fondatorul proiectului Climate Action Project și pe domnul Morar Marius din cadrul Ecodes Sălaj. Elevii, deținând o bază informațională legată de tipurile de poluare pot să adreseze celor doi invitați un set mai complex de întrebări legate de posibile soluții ale problemelor cu care se confruntă comunitatea noastră. Întâlnirea conține informații organizate în prezentate PPT despre temele abordate și se încheie printr-un interviu în care elevii adresează întrebări invitaților noștri.

Metode și procedee folosite: brainstorming, brainwriting, conversația, explicația, învățarea prin descoperire, învățarea dinamică, jocul, reflecția.
Forme de organizare: Muncă în grup/echipă și activități frontale.

E2. Investigația

Demersul investigativ

Ideea proiectului: Investigarea conceptelor legate de protecția mediului în care trăiesc, prin activități practice. Dezvoltarea unui comportament eco-responsabil în rândul membrilor comunității din care facem parte prin adoptarea unor gesturi simple, aparent mici, dar cu efect mare, în vederea reducerii cantităţii gazelor cu efect de seră din atmosferă, a cantităţilor de poluanţi, deşeuri, ape uzate şi reducerea consumului de apă, energie, materiale sau legat de transport pentru un viitor mai luminos și verde.

Sarcini de lucru:

1. Echipele de lucru se implică în activități de ecologizare, dar și de plantare de copaci, flori, arbuști.
2. Echipa de proiect confecționează toate materialele propuse (pliante și afișe informative).
3. Elevii, partenerii implicați, împreună cu profesorul de la clasă realizează activitățile propuse (sesiuni de informare şi formare, marşul unui comunității mai curate, întocmirea unei baze de date solide legate de schimbările climatice, realizarea unor aranjamente pentru târgurile de Crăciun și de Paște din materiale reciclabile).
4. Echipa de proiect analizează toate rezultatele obținute în urma demersului instructiv-educativ.
5. La final, elevul desemnat notează concluzia finală (răspunsul întrebării declanșatoare).

Descrierea activității 4: *Realizarea unei baze de date legate de temperaturile înregistrate*
Dezvoltarea unei baze de date legate de temperaturile înregistrate în zona noastră timp de 6 luni (Anexa 1- model). Elevii vor consemna zilnic, timp de 6 luni, temperatura înregistrată în jurul orei 14, pentru a putea observa dacă temperaturile au suferit modificări în sensul creșterii lor. Aceste valori vor fi comparate cu temperaturile înregistrate în urmă cu 5 ani în zona noastră, în aceeași perioadă a anului. De asemenea, elevii vor consemna și suprafețele de pădure existente acum, numărul de autoturisme care circulă zilnic pe raza comunei (informații obținute cu sprijinul Primăriei Comunei Valcău de Jos). Informațiile privind modalitatea de deplasare a elevilor spre și dinspre școală (pe jos, cu bicicleta sau cu mașina) vor fi obținute prin discuții cu elevii școlii noastre.
Elevii se informează cu privire la calitatea aerului, solului, apei realizând teste sau folosind aplicații. Vor asambla și utiliza roboți Micro:bit care pot face măsurători în vederea observării temperaturii și calității aerului.



Figura 10.6. Kit BBC Micro:bit pentru măsurarea temperaturii și umidității

Descrierea activității 5: *Ecologizare și plantare de puieți*
Elevii împărțiți în echipe, alături de cadrele didactice realizează activități de ecologizare de trei ori pe an pe străzile din localitatea Valcău. Deșeurile sunt colectate selectiv.
În cadrul unor sesiuni de formare, elevii primesc informațiile necesare cu privire la plantarea corectă a florilor, arbuștilor și puieților de stejar. În primăvara anului 2024 se vor realiza activități de plantare în parteneriat cu Primăria Comunei Valcău de Jos.



Figura 10.7. Activități de ecologizare și plantare de puieți

Descrierea activității 6: *Amenajarea unui centru de informare și educare*
O altă activitate extrem de importantă constă în amenajarea unui centru de informare și educare cu privire la adoptarea unui comportament ecologic sănătos în incinta școlii noastre, unde elevii vor fi recompensați pentru comportamente ecologice prietenoase cu natura:

- Reducerea deplasărilor către și de la școala cu mașina sau alte mijloace de transport care poluează.
- Colectarea selectivă a deșeurilor.
- Reciclarea unor obiecte vechi (realizarea unor aranjamente pentru târgurile cu vânzare de Paște și Crăciun).
- Donarea articolelor vestimentare neutilizate familiilor nevoiașe din comunitatea noastră.
- Reducerea cu 20% a consumului de hârtie din școala noastră prin utilizarea unor portofolii electronice.
- Plantarea unor arbuști, puieți sau flori în curtea casei.

Elevii, alături de cadrele didactice, confecționează flyere și afișe care atrag atenția membrilor comunității despre importanța păstrării unui mediu curat. Afișele sunt împărțite unui număr cât mai mare de locuitori ai comunei Valcău de Jos.

Metode și procedee de investigare folosite: observația, experimentul, învățare bazată pe proiect (PBL), conversația euristică, evaluarea dinamică, gândirea critică, gândirea reflectivă.
Forme de organizare: Muncă în grup/echipă și activități frontale.
Elevii sunt încurajați să reflecteze asupra noilor cunoștințe, să ofere și solicite feed-back.

E3. Extinderea cunoștințelor din domeniile strream+cig
Descrierea succintă a etapei
Domnul Virgiliu Pop lansează provocarea de a participa la proiectul internațional „Detectivii climatici" Micii școlari sunt invitați să identifice o problemă climatică prin observarea mediului local din poziția de "detectivi ai climei" folosind imaginile satelitare sau prin măsurători locale. Pe baza rezultatelor, echipele vor putea propune soluții pentru monitorizarea acestor probleme.
Sarcină de lucru:
1. Participarea la proiectul international „Detectivii climei" coordonată de ESERO România
Prin aceaste activități elevii vor învăța despre atmosfera Pământului și despre gazele cu efect de seră. Fără atmosferă, viața, așa cum o știm noi, nu ar exista. Din nefericire, însă, creșterea cantității de gaze produse de om, gaze cu efect de seră, modifică compoziția atmosferei, provocând încălzirea globală.

Descrierea activității 7: Cum afectează activitățile umane efectul de seră?
În cadrul acestei activități, elevii vizionează videoclipul cu Paxi despre efectul de seră realizat de către ESA Education (https://www.youtube.com/watch?v=i_DAxjw9bS4). Copiii vor aranja cronologic imaginile preluate din videoclip. Videoclipul servește ca o introducere la discuția despre felurile în care activitățile umane cresc cantitatea de gaze cu efect de seră în atmosfera Pământului și consecințele aferente.
Echipament: PC, videoproiector, fișe de lucru, foarfece, lipici.
Sarcini de lucru:
1. Decupați imaginile din anexa 2 pe care le vedeți și în video.
2. Puneți-le în ordinea corectă în casetele 1-6.
3. Când sunteți siguri că ordinea e cea corectă, lipiți-le.
4. Descrieți ce se întâmplă în fiecare imagine.
5. Scrieți trei acțiuni posibile pe care le-ați putea lua pentru a ajuta la reducerea cantității de dioxid de carbon (amprenta de carbon) în atmosfera Pământului.

La final elevii discută despre activitatea realizată și formulează concluziile.

Descrierea activității 8: De ce avem nevoie de efectul de seră pe Pământ?
În această activitate, elevii, organizați pe grupe, vor efectua un experiment prin care vor înțelege cum funcționează efectul de seră și cum influențează temperaturile de pe Pământ. Copiii vor răspunde la întrebarea „De ce avem nevoie de efectul de seră pe Pământ?"

Echipament pentru fiecare grupă: 2 borcane transparente, sol, apă, o linguriță, 2 termometre, folie transparentă alimentară, benzi elastic, scoci, dacă nu e soare: lampă care radiază căldură.

Descrierea experimentului:

1. Puneți în fiecare borcan o cantitate de pământ astfel încât fundul acestuia să fie acoperit. Adăugați 2-3 picături de apă.
2. Puneți termometrele în borcane în așa fel încât să nu atingă pământul. Folosiți scoci pentru a atârna termometrele în borcane.
3. Acoperiți partea superioară a unuia dintre borcane cu folie transparentă. Folosiți banda elastică pentru a menține folia etanșă.
4. Lăsați celălalt borcan descoperit.
5. Notați temperatura inițială indicate de fiecare termometru.
6. Puneți ambele borcane la soare (sau sub o lampă caldă puternică) și notați ce observați.

La final elevii discută despre experimentul realizat și formulează concluziile.
(Activitățile 7 și 8 sunt preluate de pe site-ul: https://climatedetectives.esa.int/ro/earth-under-the-lid-understanding-the-greenhouse-effect/ și aplicate la clasă)

Metode și procedee: exercițiul, conversația, experimentul, explicația, învățarea prin descoperire, jocul, comunicare, lucru în echipă, rezolvare de probleme.
Forme de organizare: individual, pe echipe/grupe, frontal.

2. Monitorizarea și evaluarea proiectului

Monitorizare activității elevilor prin fișe de lucru și observații sistematice.
Evaluarea rezultatelor calitative și cantitative aşteptate ca urmare a implementării proiectului

- □ Interes pentru activitățile integrate STRREAM+CIG.
- □ Implicarea în activitățile proiectului.
- □ Interes pentru activitățile investigative.
- □ Cunoștințe privind reducerea poluării și amprentei de carbon.
- □ Abilități disciplinare și transdisciplinare dezvoltate elevilor.
- □ Produse obținute în urma activităților.

Modalități de diseminare și mediatizare a rezultatelor proiectului

- □ Publicarea rezultatelor obținute (baza de date, fișe de observație) în reviste de specialitate.
- □ Publicarea unor fotografii care prezentă activitățile și produsele elevilor pe site-ul școlii.
- □ Adresa de facebook a şcolii, dar și a partenerilor implicați.
- □ Grupuri de whatsapp.
- □ Presa locală.

Modalități de asigurare a continuității / sustenabilității proiectului

Protejarea mediului înconjurător va fi mereu în centrul atenției profesorilor și elevilor, iar implicarea, seriozitatea și popularizarea rezultatelor acestora vor fi un imbold pentru continuarea proiectului. Dat fiind interesul pentru această tematică, se intenționează extinderea proiectului la nivel regional în anul școlar 2024-2025. În cadrul acestei ediții avem bucuria de a avea parteneri din Italia.

Anexa 1.Tabel cu temperaturi înregistrate în perioada 03.10-09.10.2023
(se vor completa mai multe tabele acoperind întreaga perioadă propusă)

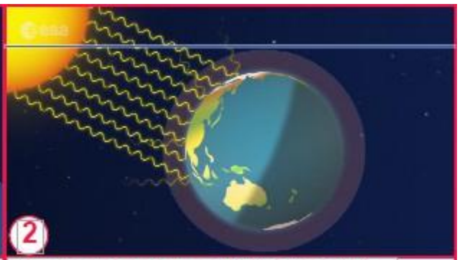
Temperatura	03.X	04.X	05.X	06.X	07.X	08.X	09.X
29 C							
28 C							
27 C							
26 C							
25 C							
24 C							
23 C							
22 C							
21 C							
20 C							
19 C							
18 C							
17 C							
16 C							
15 C							
14 C							
13 C							
12 C							
11 C							
10 C							
9 C							
8 C							
7 C							
6 C							

Obs. Folosind modelul de mai sus elevii vor întocmi propriile lor tabele de temperaturi pe durata proiectului.

Anexa 2. Jetoane aferente activității nr. 7 preluate de pe site-ul ESSA



Atmosfera conține aerul pe care îl respirăm și face viață pe Pământ posibilă. Ne protejează de asemenea de frigul din spațiu, ținându-ne de cald.



Gazele cu efect de seră din atmosferă funcționează ca o seră, păstrând o parte din căldura Soarelui pe Pământ.



Oamenii de știință sunt îngrijorați, deoarece efectul de seră devine prea puternic. Pământul se încălzește prea repede.



Arderea petrolului, cărbunelui și gazelor naturale și alte activități umane sunt responsabile pentru o cantitate în creștere de gaze cu efect de seră.



Tăierea copacilor face ca dioxidul de carbon, un important gaz cu efect de seră, să crească mult, deoarece copacii absorb în mod normal dioxidul de carbon și îl elimină din atmosferă.



Cantitatea din ce în ce mai mare de dioxid de carbon, gaz cu efect de seră, face efectul de seră mai puternic, ceea ce duce la creșterea temperaturilor pe Pământ.

CAPITOLUL 11. **PREDAREA CREATIVĂ ȘI EDUCAȚIA STEM**

Iuliana (FĂZĂCAȘ) STAN

Educația este o pregătire pentru viață și, în particular, pentru o lume în care știința și aplicațiile sale în tehnologie au roluri cheie (Harlene & Qualter, 2018). Elevii trebuie să-și dezvolte o gamă largă de abilități și cunoștințe care să le permită să înțeleagă aspectele științifice și tehnologice ale lumii.

11.1. Creativitatea profesorului

Conceptul de creativitate cunoaște multe definiții. Acestea fac referire la identificarea de asociații și soluții originale pentru probleme complexe respectiv la necesitatea sau rolul creativității pentru adaptarea și dezvoltarea persoanei și societății. Creativitatea se bazează pe intuiție și inspirație (De Bono, 1991), implică gândirea (Amabile, 1996) și nu reprezintă un concept sinonim cu cel de orginalitate (Balkin, 1990), inventivitate sau imaginație. Ea implică o serie de capacități:

- a vedea lucrurile din perspective noi;
- a învăța din experiențele anterioare și a relaționa această învățare cu situații noi cu care o persoană este confruntată:
- a gândi în afara unor tipare sau algoritimi, rupând bariere;
- a folosi abordări netradiționale pentru rezolvarea problemelor;
- a dezvolta cunoștințele dobândite;
- a crea ceva unic sau original (Duffy, 2006, p. 19).

Sursa citată semnalează și existența unei perspective limitate asupra conceptului de creativitate. Astfel, adeseori creativitatea este redusă la realizarea unui produs, la domeniul artelor, la moștenirea genetică, la trăsături personale, la o abilitate simplă, posibil a fi dobândită prin instruire (ibid. p.16)

Cercetările din ultimii ani au evidențiat faptul că creativitatea este un concept complex, folosit cu multiple sensuri: vorbim despre creativitate în termeni de proces, manifestare, produs, aptitudine sau abilitate (Sternberg, 2006).

În relație cu problematica creativității vorbim de persoana creativă, produsul creativ și procesul creativ. Acesta din urmă implică patru etape care includ: pregătirea, incubarea, iluminarea și verificarea (Wallas, 1926). Pregătirea presupune sesizarea problemei necesar a fi soluționate, analiza contextului în care aceasta apare și separarea ei de acesta, documentarea cu privire la problemă și anticiparea unor soluții posibile. Incubația înseamnă desprinderea aparentă de problemă și durează până la momentul iluminării, care constă în "apariția" soluției. Verificarea constă în testarea soluției, teoretic, experimental sau practic, în funcție de specificul problemei. Documentarea profundă este importantă pentru identificarea soluției, este un act volitiv, spre deosebire de incubație, care poate apărea ca un abandon al

încercării de soluționare a problemei. Durata incubației nu poate fi delimitată de voința celui care încearcă să rezolve problema în schimb testării i se poate aloca un interval de timp dat. Soluția obținută poate îmbunătăți, mai mult sau mai puțin semnificativ, patrimoniul cunoașterii umane.

Profesorul creativ este o persoană care (Ciascai, 2022; Morais & Azevedo, 2011):

- posedă o cultură generală și profesională profundă;
- formulează probleme deschise, care valorifică experiența de viață a elevilor;
- realizează conexiuni: între cunoștințele anterioare și cele studiate respectiv între cunoștințele din discipline diferite și din viață;
- demonstrează toleranță față de ambiguitate și flexibilitate;
- stimulează dezvoltarea gândirii critice;
- crează situații imprevizibile și încurajează asumarea de către elevi a unor riscuri rezonabile;
- stimulează curiozitatea și motivația elevilor pentru învățare și încrederea în capacitățile proprii;
- formulează explicit așteptările înalte cu privire la ce și cum învață elevii;
- stimulează autonomia și sprijină dezvoltarea la elevi a abilităților de autoreglare;
- are relații strânse cu elevii, bazate pe respect și încredere;
- demonstrează abilități creative.

Profesorul are un rol crucial în stimularea creativității elevilor săi prin crearea unui climat favorabil, oferind oportunități de explorare și experimentare și adoptând o atitudine deschisă și receptivă (Malița, 2008).

Profesorul creativ reprezintă un model de comportament pentru elevii săi.

11.2. Predarea creativă

În plan didactic, în relație cu creativitatea, vorbim de predare creativă, predare pentru a dezvolta creativitatea elevilor și învățare creativă. Predarea creativă este o abordare inovatoare a procesului educațional care pune accent pe stimularea imaginației, a curiozității și a gândirii critice a elevilor. Ea constă în emiterea unor idei inovative și originale sau găsirea unor soluții noi pentru rezolvarea problemelor curente ivite atât la nivel microeducațional, cât și macroeducațional. Fiecare din aceste soluții reprezintă rezolvări atipice ale problemei, caracterizate de o doză mare de originalitate, inventivitate sau imaginație.

Caracteristicile predării creative:

- Centrarea pe elev: elevii plasați în centrul procesului de învățare, sunt încurajați să exploreze, să experimenteze și să își exprime propriile idei.

- Varietatea strategiilor folosite în context interactiv: metodele de instruire și evaluare sunt selectate pentru a se adresa diferitelor stiluri de învățare ale elevilor.
- Dezvoltarea abilităților de nivel înalt ale gândirii și a abilităților transdisciplinare Henriksen (2018, p.2).
- Abordarea inter și transdisciplinară a cunoștințelor și relaționarea cu experiența de viață a copiilor: se realizează conexiuni între diferite discipline, se studiază probleme cu sursa în viață și se urmărește aplicarea cunoștințelor, fundamentând perspectiva holistică asupra cunoașterii.
- Jocul didactic: în cazul elevilor mici jocul didactic reprezintă o activitate curentă menită a face activitățile de învățare mai atractive și mai interactive. La cei mari se promovează gamificarea ca și cadru de învățare.
- Feedback constructiv: Se oferă elevilor feedback constructiv și încurajator care să îi motiveze să învețe.

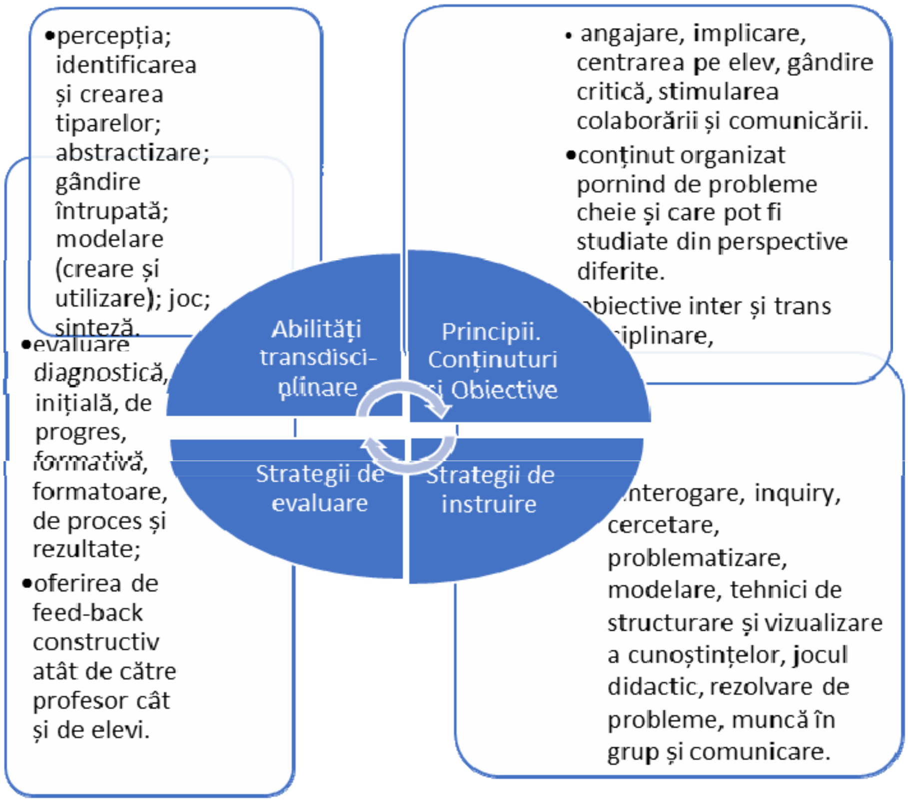


Figura 11.1 Caracteristicile predării creative

Predarea creativă are următoarele atribute: relevanță, control, proprietate și inovație (Jeffrey & Woods 1997, p. 15).

- Relevanța pentru învățare a predării. Predarea este relevantă atunci când "funcționează într-o gamă largă de valori sociale acceptate, fiind în același timp adaptată identității și culturii elevilor". Cu cât este mai relevantă predarea pentru viața, lumea, cultura și interesele copiilor, cu atât este mai probabil ca elevii să dobândească controlul asupra propriilor procese de învățare. O predare relevantă stimulează motivația, interesul și entuziasmul elevilor pentru învățare.
- Controlul proceselor de învățare. Predarea creativă sprijină elevul să dobândească controlul asupra proceselor sale de învățare astfel încât acesta devine automotivat și nu este influențat în învățare de factori extrinseci.
- Proprietate asupra cunoștințelor. Predarea creativă stimulează elevul să învețe pentru sine și nu pentru profesor, examinator sau societate. Elevul devine creatorul cunoștințelor pe care le deține fiind motivat intrinsec să învețe. Motivația intrinsecă este esențială pentru stimularea creativității. De aceea, profesorul trebuie să se preocupe de crearea unui climat motivațional pozitiv în clasă (Malița, 2008).
- Inovație. Predarea creativă stimulează originalitatea și noul: o nouă abilitate stăpânită, o nouă perspectivă dobândită, o nouă înțelegere etc. (Woods, 2002, p. 7).

Chris Woodhead (1995), fost inspector general al școlilor din Anglia, a criticat convingerea că "educația trebuie să fie relevantă pentru nevoile și interesele imediate ale elevilor" și a susținut că programa noastră școlară trebuie să ofere tinerilor cunoștințe și competențe de care au nevoie pentru tot parcursul vieții. Fără ea, "arta predării se pierde într-o serie de abilități înguste", devenind "victima unei opinii birocratizate a educației în care educația este chemată în serviciul unor scopuri politice și ideologii mai largi" Morrison (1989, p.6).

Predarea creativă la învățământul primar implică utilizarea unor metode și strategii care stimulează imaginația, gândirea creativă și abilitățile creative ale elevilor. Este important să se creeze un mediu de învățare care să încurajeze curiozitatea, explorarea și exprimarea liberă a ideilor.

3. Predarea creativă și relația sa cu abordarea STREAM

Prezentăm, în cele ce urmează, un proiect de activitate didactică realizat pentru clasa a III-a.

Aria Curriculară: Matematică și Științe ale naturii.

Disciplina: Științe ale naturii

Unitatea de învățare: Omul și sănătatea organismului său

Tema: Menținerea stării de sănătate
Tipul Lecției: Transmitere și însușire de noi cunoștințe
Scopul Lecției: Însușirea cunoştinţelor referitoare la menținerea stării de sănătate
Obiective operaționale: La finele lecției elevii vor fi capabili:
O1 – să justifice importanța menținerii stării de sănătate;
O2 – să relaționeze cunoștințele temei cu cunoștințe din domeniile STREAM;
O3 – să identifice comportamentele care contribuie la menținerea stării de sănătate;
O4 –să explice diverse comportamente sănătoase și nesănătoase utilizând cunoștințe din domeniile STREAM.
Strategia didactică:

- Metode și procedee: conversația euristică, observația, explicația, exercițiul, experimentul, dezbatere, tehnica Știu-Vreau să știu-Am învățat, aplicații artistico-plastice;
- Mijloace didactice: postere, creioane colorate, reviste cu ilustrații referitoare la hrană imagini și desene ale unor activități sănătoase, imagini cu activități fizice, fișe, laptop, videoproiector, flipchart, computer, tabletă grafică, instrumente matematice, diverse materiale reciclabile (plasă împletită din sfoară, cerc de plastic de dimensiuni mici, cuie, tijă metalică) ;
- Forme de organizare a elevilor: frontal, individual, pe grupe.

DEMERS DIDACTIC

ETAPELE LECȚIEI	Ob.	CONȚINUT ȘTIINȚIFIC ȘI CONEXIUNI INTERDISCIPLINARE	STRATEGIA DIDACTICĂ și ACTIVITĂȚI SPECIFICE
Moment organizatoric		Pregătirea materialelor didactice necesare pentru buna desfășurare a lecției. Se asigură un climat educativ optim desfășurării lecției.	Metoda: conversația Organizarea frontală a elevilor Observarea sistematică a comportamentului elevilor
Captarea atenției	O_1	Discuție despre ce înseamnă sănătatea și de ce este importantă. Formularea de întrebări cu rol introductiv "Cum te simți când ești bolnav vs. când ești sănătos?", "Cum îți măsori temperatura?"	Metode: Tehnica Știu-Vreau să știu-Am învățat, dezbatere, conversație euristică, explicația, exercițiul, observația și experimentul Mijloace de învățământ: laptop,

			video (filme cu imagini specifice manifestării unor boli familiare elevilor) Organizarea frontală și individuală a elevilor Evaluare: Analiza răspunsurilor și aprecieri verbale
Anunțarea temei și a obiectivelor		Se notează data și titlul lecției pe tablă și în caiete.	
	O2	1.TEHNOLOGIE ȘI INGINERIE: Ce instrumente folosește medicul când ne consultă sau tratează? Cum e alcătuit un termometru cu mercur, cum funcționează el și cum se folosește corect? Dar stetoscopul? 2. MATEMATICĂ: Calculul frecvenței bătăilor inimii. 3. ȘTIINȚE: Asocierea răceală și inflamație; simptomele gripei sau COVID. 4. INGINERIE: proiectarea unui stetoscop folosind un tub de plastic, pâlnie, balon și scotch. 5. INGINERIE: proiectarea unui termometru cu apă dintr-un flacon de 250 ml de apă, pai de plastic îndoit la 90 grade, dop perforat astfel încât paiul să treacă prin perforație, hârtie milimetrică, cerneală 6. TEHNOLOGIE: realizarea stetoscopului și a termometrului. Comparații între termometrul cu	Metode: dezbatere, conversație euristică, explicația, exercițiul, observația și experimentul Mijloace de învățământ: tabla de scris, flipchart Organizarea frontală și individuală a elevilor Evaluare: observația sistematică a elevilor; aprecieri verbale. Analiza răspunsurilor elevilor. Aplicații practice: realizarea și utilizarea dispozitivelor solicitate. Demonstrații practice privind folosirea corectă a termometrului în funcție de tipul acestuia.

		lichid și cel digital.	
Dirijarea învățării	O_3 O_3	1.ȘTIINȚE: Nutriția și importanța alegerii alimentelor sănătoase. Facem o listă comună de alimente sănătoase pe flipchart. Discutăm despre alimente nepotrivite și efectele lor asupra sănătății. Elevii realizează în grup piramida alimentelor Notarea titlului și schiței lecției pe tablă: Menținerea stării de <u>sănătate</u>. <u>Sănătatea</u> este o stare favorabilă a corpului din punct de vedere fizic, mental și social. <u>Menținerea sănătății</u> se face prin: -alimentația sănătoasă (legume, fructe, produse lactate, produse din carne, ouă, etc.); -mișcarea fizică (participarea la diferite activități fizice); -odihnă/o dihnă activă ; -îmbinarea efortului fizic cu activitățile de relaxare; -igiena personală și a locuinței; -hidratarea (apă, ceaiuri, sucuri naturale, lapte); -relații de prietenie, amiciție, colegialitate, vecinătate, înțelegere; -credință. -evaluarea periodică a stării de sănătate de către medici. 2. ARTE: Realizarea piramidei	Metode: dezbatere, conversație euristică, explicația, exercițiul, observația și experimentul. Organizarea frontală și pe grupe a elevilor Evaluare: Aprecieri verbale Analiza răspunsurilor Formularea de către elevi a concluziilor: - Obiceiurile alimentare și modul corect de viață se dobândesc în familie, apoi se continuă și corectează permanent. -Nerespectarea unei diete echilibrate și lipsa activității fizice duc la slăbirea organismului și chiar la îmbolnăvirea acestuia. Organizarea frontală și individuală a elevilor.

	O_4	alimentelor și ilustrarea grafică a unor obiceiuri alimentare sănătoase/nesănătoase. 3. MATEMATICĂ: calculul caloriilor necesare pentru o zi în funcție de vârsta, sexul și nivelul de activitate al elevilor. 4. INGINERIE: elaborarea unor planuri de amenajare a unei grădini care să producă plante care asigură componente sănătoase ale hranei noastre și care să permită activități recreative și sportive. Explorarea modalităților ingenioase de a îmbunătăți designul grădinii. 5. TEHNOLOGIE: selecția și utilizarea de materiale reciclabile pentru amenajarea grădinii pentru joc, odihnă, exerciții fizice și hrană sănătoasă. 6. SCRIEREA ȘTIINȚIFICĂ: Crearea unor rețete simple de produse alimentare specificând și efectul/utilitatea lor pentru organism.	Mijloace de învățământ: poster, creioane colorate, reviste cu ilustrații referitoare la hrană
Obținerea performanței	O_3	1. SCRIEREA ȘI CITIREA TEXTELOR ȘTIINȚIFICE: scrierea unui text cu titlul ”Sănătatea mea” în care elevii să descrie activitățile pe care le desfășoară pentru a fi sănătoși. 2. TEHNOLOGIE ȘI INGINERIE: Proiectarea și realizarea unui coș de baschet din materiale reciclabile care poate fi fixat la diverse înălțimi. 3. MATEMATICĂ:	Metode: dezbatere, conversație euristică, explicația, exercițiul, observația și experimentul, aplicații practice. Mijloace de învățământ: computer, tabletă grafică, instrumente matematice, diverse materiale reciclabile (plasă împletită din sfoară, cerc de plastic

		Stabilirea înălțimii la care trebuie plasat coșul pentru elevii din învățământul primar din clasa pregătitoare și clasa a IV-a. 4. ARTE: Decorarea panoului coșului. 5. SCRIEREA ȘI CITIREA ȘTIINȚIFICĂ: Expunerea regulilor de joc (baschet). 6. ȘTIINȚE: Identificarea sistemului osteo-muscular implicat în aruncarea la coș. 	de dimensiuni mici, cuie, tijă metalică etc.). Organizarea pe grupe de lucru a elevilor Monitorizare și evaluare: Aprecieri verbale privind procesul și produsul realizat. Feed-back. Analiza răspunsurilor pentru exersarea gândirii critice.
Încheierea lecției		La final, se apreciază global şi individual munca și cunoștințele elevilor, implicarea lor în lecţie.	Metode: conversația Organizarea frontală a elevilor Evaluare: aprecieri verbale

CAPITOLUL 12. **MANAGEMENTUL PROIECTELOR EDUCAȚIONALE. BUNE PRACTICI PENTRU DEZVOLTAREA UNUI LABORATOR STEM**

Roxana-Mădălina CRISTEA

12.1. Managementul educațional și managementul proiectelor educaționale

Managementul educațional este un domeniu de studiu și practică preocupat de funcționarea organizațiilor educaționale (Bush, 2006), cuprinzând politicile, planificarea, organizarea și conducerea în sistemele educaționale (Dacholfany et al., 2023). Importanța managementului educațional rezidă în axarea acestuia pe evoluția școlii, performanța elevilor și dezvoltarea abilităților profesorilor într-un sistem educațional aflat într-o continuă evoluție (Hysa, 2014). Managementul educațional, împreună cu administrația și leadershipul, își propune să creeze medii care să susțină predarea și învățarea eficientă, adaptându-se în același timp la condițiile socioeconomice în schimbare și la tehnologiile digitale (Lynch et al., 2020), motiv pentru care acest capitol este dedicat exemplificării unor puncte cheie ale unui proiect educațional cu scopul obținerii de finanțare pentru dezvoltarea unui laborator STEM. În vederea unui bun management al proiectelor educaționale este indicat de avut în vedere faptul că acesta implică abilități de planificarea proiectelor, organizare, managementul resurselor umane și tehnice, controlul calității și diverse competențe sociale, emoționale și organizaționale (Michel & Prévôt, 2009).

Pentru scrierea unui proiect educațional de succes este necesară respectarea *Ghidului solicitantului* pus la dispoziție de către finanțator, în care se regăsește structura acceptată de către acesta alături de cerințele specifice tipului de grant. Desigur, există și componente structurale și principii fundamentale care pot ghida scrierea oricărui proiect educațional, dintre care menționăm:

- *Titlul* – indicat este să fie atractiv (de ex.: acronim sau metaforic) pentru a determina cititorul să parcurgă propunerea integral.
- *Descrierea problemei* principale cu care se confruntă școala. Dacă solicitați fonduri pentru tehnologie, declarația dvs. de nevoi ar trebui să descrie modul în care lipsa de tehnologie a școlii afectează învățarea elevilor.
- *Descrierea beneficiarilor* – de exemplu: date demografice, socioeconomice, comportamentale despre elevi, nivelul mediu de experiență al profesorilor.
- *Scopul și obiectivele.* Obiectivele sunt ținte generale pe termen lung, care pot fi atinse prin stăruință continuă. Obiectivele sunt rezultate care pot fi măsurate într-un anumit interval de timp. O serie de obiective ajută la menținerea concentrării asupra obiectivului general. Acestea trebuie să fie

măsurabile, aliniate la misiunea generală a organizației finanțatoare, să specifice participanții, timpul și rezultatele așteptate.

- *Planul de implementare:* se redactează o cronologie a fiecărei etape a proiectului, inclusiv fiecare activitate care, în cele din urmă, va asigura atingerea obiectivelor declarate. În funcție de durata totală a proiectului, schița ar trebui să fie în zile, săptămâni sau luni.

- *Descrierea impactului proiectului.* Organizațiile de finanțare susțin proiecte care se aliniază cu propria lor misiune și care generează rezultate semnificative în funcție de nevoile prioritare. Pentru a evalua aceste aspecte, finanțatorii iau în considerare populația țintă și numărul de persoane deservite de programul propus. Pentru a oferi un avantaj proiectului față de alte propuneri, este util să se extindă impactul programului, explicând cum acesta va continua să aibă un impact după îndeplinirea obiectivelor inițiale. În plus, impactul propunerii se poate mări prin colaborarea cu un partener extern, ceea ce poate diferenția proiectul în competiție.

- *Bugetul.* La redactarea granturilor, bugetul servește ca un plan detaliat pentru coordonarea resurselor și a cheltuielilor într-un interval de timp specificat. Aceasta implică determinarea duratei bugetului, alinierea acestuia la ciclurile operaționale și abordarea complexităților care pot apărea. Coordonarea resurselor implică luarea în considerare a responsabilităților pentru sarcini precum plata facturilor, comandarea echipamentelor și angajarea personalului. În cele din urmă, bugetul prezintă modul în care fondurile alocate vor fi gestionate și cheltuite responsabil (Karges-Bone, 2011; Pawlicki & James, 2013).

12.2 Prezentarea succintă a unui exemplu de proiect

12.2.1. Rezumatul proiectului

Proiectul "STEM rEvo-DUCATION – Revoluționarea și dezvoltarea educației gimnaziale STEM" își propune să dezvolte infrastructura Școlii Gimnaziale X din municipiul Cluj-Napoca prin crearea unui laborator STEM și prin instruirea unui număr de 30 de cadre didactice, în cadrul unui program de cursuri și seminarii proiectat pentru a le îmbunătăți competențele în predarea disciplinelor STEM în vederea utilizării eficiente a bazei materiale și a practicilor educaționale STEM în designul instrucțional. În urma analizei de nevoi, efectuată prin verificarea dotărilor unității de învățământ, și a sondajelor de opinie efectuate cu profesorii și elevii școlii, a rezultat o nevoie și un interes crescut pentru dezvoltarea acestui proiect. Rezultatele așteptate în urma implementării proiectului se referă la

dezvoltarea unui laborator STEM la standardele actuale și la profesionalizarea corpului didactic în ceea ce privește abordarea integrată STEM.

12.2.2. Obiectivul general al proiectului

Dezvoltarea și operaționalizarea unui laborator STEM 30+1 locuri, complet echipat și funcțional în școală, pentru a îmbunătăți procesul de predare-învățare în domeniile Știință, Tehnologie, Inginerie și Matematică, până la 1 iunie 2025.

12.2.3. Obiectivele specifice ale proiectului

O1. Achiziționarea calculatoarelor, echipamentelor de laborator și a altor dispozitive tehnologice necesare pentru susținerea activităților STEM într-un laborator cu o capacitate de 30 + 1 locuri, până la sfârșitul lunii august 2024.

O2. Achiziționarea mobilierului adecvat, conform caietului de sarcini, până la sfârșitul lunii august 2024, pentru a crea un mediu confortabil și funcțional pentru 30 de elevi și cadrul didactic.

O3. Achiziționarea manualelor digitale, resurselor educaționale interactive și a materialelor specifice pentru susținerea lecțiilor STEM până la sfârșitul lunii august 2024, conform caietului de sarcini.

O4. Amplasarea adecvată a mobilierului, calculatoarelor și a echipamentelor de laborator pentru crearea unui mediu atractiv și sigur pentru elevi în perioada septembrie – octombrie 2024.

O5. Asigurarea unei conexiuni stabile și a funcționalității optime a echipamentelor până la sfârșitul lunii decembrie 2024.

O6. Implementarea unui program de instruire pentru profesori, în perioada ianuarie-mai 2025, în vederea dezvoltării competențelor necesare pentru a maximiza beneficiile laboratorului STEM.

O7. Coordonarea eficientă a tuturor etapelor proiectului și monitorizarea progresului conform planului de management și raportarea progresului în mod continuu pe întreaga durată a proiectului.

12.2.4. Activitățile proiectului

A1 Achiziționarea echipamentelor tehnologice pentru dotarea laboratorului STEM

A2 Achiziționarea mobilierului pentru dotarea laboratorului STEM

A3 Achiziționarea materialelor didactice și de conținut STEM

A4 Organizarea laboratorului STEM

A5 Conectarea și testarea funcționalității echipamentelor

A6 Instruirea cadrelor didactice

A7 Managementul proiectului

12.3. Relevanța proiectului

Prin dezvoltarea unui laborator STEM și pregătirea cadrelor didactice pentru a introduce abordarea STEM în procesul de predare se creează contextul propice pentru a face instituția de învățământ mult mai atractivă și mai eficientă pentru toți beneficiarii ei: elevi și profesori.

Studii recente arată că dezvoltarea unui laborator STEM într-o școală gimnazială poate duce la sporirea atractivității lecțiilor de programare computerizată în rândul elevilor, la îmbunătățirea aspirațiilor de carieră și la îmbunătățirea percepțiilor despre STEM (Tran et al., 2018). De asemenea, activitățile STEM îmbunătățesc atitudinile elevilor față de școală, față de matematică și cresc percepția lor în învățarea conținutului STEM, dezvoltându-le implicarea, perseverența și capacitatea de a lucra în echipă (Ching et al., 2019).

Întrucât cadrele didactice vor primi instruire specializată, pentru a utiliza dotările din cadrul laboratorului STEM și pentru a-și dezvolta abilitățile de predare STEM și a integra cu succes metode și resurse inovatoare în planurile lor de lecții – se crează premisele pentru îmbunătățirea semnificativă a abilităților privind înțelegerea proceselor, conceptelor și conținuturilor științifice la elevii acestora (Robinson et al., 2014).

12.4. Analiza riscurilor

Tipul riscurilor	Probabilitate* *(redusă/ medie/ ridicată/ foarte mare)*	Impact** *(minim/ moderat/ serios/ foarte serios)*	Măsuri de reducere a riscurilor
Riscuri privind întârzierea livrării comenzilor	redusă	minim	Includerea în planul de achiziții a unor momente propice pentru demararea procedurilor de achiziție, astfel încât termenele solicitate să fie rezonabile, iar livrările să se realizeze la timp conform termenelor stipulate în proiect. De asemenea, pentru respectarea termenelor de

			livrare, vor fi solicitate garanții de bună execuție a contractelor de furnizare.
Riscuri financiare	redusă	minim	Instituția școlară beneficiară se asigură că dispune în bugetul său de sumele necesare pentru a acoperi contribuția proprie și pentru cheltuielile neeligibile utile implementarii proiectului, astfel încât să nu existe riscul unor blocaje pe parcursul implementării.
Riscuri naturale	redusă	minim	Întucât investitiile sunt amplasate într-o zonă cu risc redus de inundații, vor fi aplicate măsurile standard de intervenție. În eventualitatea unor temperaturi extreme, implementarea proiectului nu este afectată deoarece este aplasat în interiorul cladirilor existente, dotate cu instalații corespunzatoare de climatizare.
Riscuri de securitate fizică: furt, incendiere	redusă	minim	În cadrul instituției de învățământ securitatea fizică este asigurată prin personal de pază și protecție.

* *Redusă*: probabilitate sub 25%; *Medie*: probabilitate 25-49%; *Ridicată*: probabilitate 50-74%; *Foarte mare*: probabilitate mai mare de 75%, inclusiv.

** *Minim*: riscul poate afecta parţial valorile obiectivului, sub 10%; *Moderat*: riscul poate afecta parţial valorile obiectivului, sub 25%; *Serios*: riscul poate afecta valorile obiectivului, sub 40%; *Foarte serios*: riscul poate afecta sever valorile obiectivului, peste 40% sau chiar poate determina neatingerea obiectivului.

12.5. Resurse necesare

Nr. crt.	Activitatea	Resurse necesare
1	A1	1 Tablă interactivă + sistem complet de microfoane, video, prezentare și conferințe

		31 laptopuri + licență WIN10 15 Kit-uri STEM 30 ochelari VR 6 roboți educaționali 2 imprimante 3D + consumabile 2 scannere 3D 1 cameră 360°
2	A2	1 Birou 1 Scaun directorial 30 Pupitre individuale 30 Scaune cursanți
3	A3	Manuale digitale Tinkcad 3D Software
4	A4	Echipa proiectului (angajații instituției)
5	A5	Echipa proiectului (angajații instituției)
6	A6	Laboratorul STEM Experți externi
7	A7	Echipa proiectului (angajații instituției)

Bibliografie

AAAS - American Association for the Advancement of Science (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.

Adderley, K. (1975). *Project Method in Higher Education*. Society for Research into Higher Education.

Allina, B. (2013). The evolution of a game-changing acronym: Why government recognition of STEAM is critical. *Arcade*, *31*(2), 1-3. http://arcadenw.org/article/theevolutionofagamechangingacronym

Allina, B. (2018). The development of STEAM educational policy to promote student creativity and social empowerment. *Arts Education Policy Review*, *119*(2), 77-87. https://doi.org/10.1080/10632913.2017.1296392

Amabile, T. M. (1996). *Creativity in context: Update to "The Social Psychology of Creativity".* Westview Press.

Angeli, C., Voogt, J., Fluck, A., Webb, M., Cox, M., Malyn-Smith, J., & Zagami, J. (2016). A K-6 computational thinking curriculum framework: Implications for teacher knowledge. *Journal of Educational Technology & Society*, *19*(3), 47-57. http://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.19.3.47.

Anisimova, T. I., Sabirova, F. M., & Shatunova, O. V. (2020). Formation of design and research competencies in future teachers in the framework of STEAM education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, *15*(02), 204-217. https://doi.org/10.3991/ijet.v15i02.11537

Anito, J. J. C., & Morales, M. P. E. (2019). The pedagogical model of Philippine STEAM education: Drawing implications for the reengineering of Philippine STEAM learning ecosystem. *Universal Journal of Educational Research*, *7*(12), 2662–2669 https://doi.org/10.13189/ujer.2019.071213

Asli, A., & Zsoldos-Marchiș, I. (2023a). The effect of an intervention with teaching applications of mathematics on students' attitudes and achievement. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, *17*(2), 27-45.

Asli, A., & Zsoldos-Marchiș, I. (2023b). Teaching applications of mathematics: The effect of the intervention on the participating teachers. *Studia Psychologia-Paedagogia*, *68*(1), 95-110. https://doi.org/10.24193/subbpsyped.2023.1.05.

Azizah, W.A., Sarwi, S., & Ellianawati, E. (2020). Implementation of Project - Based Learning Model (PjBL) using STREAM-based approach in elementary schools. *Journal of Primary Education*, *9* (3), 238-247. https://doi.org/10.15294/jpe.v9i3.39950

Badmus, O. T., & Omosewo, E. O. (2020). Evolution of STEM, STEAM, and STREAM education in Africa: The implication of the knowledge gap. *International Journal on Research in STEM Education*, *2* (2), 99–106. https://doi.org/10.31098/ijrse.v2i2.227

Bahagian Pembangunan Kurikulum. (2017). *Kurikulum Standard Sekolah Menengah, Pendidikan Seni Visual Tingkatan* 3. Kuala Lumpur: Kementerian Pendidikan Malaysia.

Bálint-Svella, É., Opris, E.-T., Zsoldos-Marchis, I. (2021). Prospective preschool and primary school teachers' knowledge and opinion about gamification, *Acta Didactica Napocensia*, *14*(1), 104 – 114.

Balkin, A. (1990). What Is Creativity? What Is It Not? *Music Educators Journal*, *76*(9), 29-32. https://doi.org/10.2307/3401074.

Barata, G., Gama, S., Jorge, J., & Goncalves, D. (2013). Engaging Engineering Students with Gamification. *5th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES)*, Poole, UK, 2013, pp. 1-8. https://doi.org/10.1109/vs-games.2013.6624228

Becker, K., Becker, & James. (2017). *Choosing and using digital games in the classroom* (pp. 175-214). Springer.

Boice, K. L., Jackson, J. R., Alemdar, M., Rao, A. E., Grossman, S., & Usselman, M. (2021). Supporting teachers on their STEAM journey: A collaborative STEAM teacher training program. *Education Sciences*, *11*(3), 105. https://doi.org/10.3390/educsci11030105

Boon, N.S. (2019). *Exploring STEM competences for the 21st century*. UNESCO International Bureau of Education [12310], UNESCODOC. IBE/2019/WP/CD/30 REV.

BouJaoude, S. (2002). Balance of scientific literacy themes in science curricula: The case of Lebanon. *International Journal of Science Education*, *24*(2), 139–156. https://doi.org/10.1080/09500690110066494

BSCS Science Learning. (2019). BSCS 5E instructional model. Retrieved from https://bscs.org/bscs-5e-instructional-model/

Bybee, R., & Landes, N. M. (1990). Science for life and living: An elementary school science program from Biological Sciences Improvement Study (BSCS). *The American Biology Teacher*, *52*(2), 92-98. https://doi.org/10.2307/4449042

Bybee, R.W. (1997a). Towards an understanding of scientific literacy. In: W. Gräber & C. Bolte. (Eds.). *Scientific literacy. An international symposium* (p. 37-68). Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN), Kiel.

Bybee, R.W. (1997b). *Achieving scientific literacy: From purposes to practic*es. Portsmouth, NH: Heinemann Publications.

Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Scotter, P. V, Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins, effectiveness, and applications. BSCS*, (1–19). https://www.bates.edu/research/files/2018/07/BSCS_5E_Executive_Summary.pdf

Bybee, R. W. (2009). *The BSCS 5E instructional model and 21st century skills*. A Commissioned Paper Prepared for a Workshop on Exploring the

Intersection of Science Education and the Development of 21st Century Skills. BSCS. Retrieved from https://sites.nationalacademies.org/cs/groups/dbassesite/documents/webpage/dbasse_073327.pdf
Bybee, R. W. (2010). Teaching science as inquiry and developing 21st century skills. *National Science Teachers Association, The Teaching of Science: 21st Century Perspectives*, 127-139.
Buck Institute for Education. (n.d.). *What is PBL?* https://www.pblworks.org/what-is-pbl
Bush, T. (2006). Theories of Educational Management. *International Journal of Educational Leadership Preparation*, *1*(2), 1-25.
Caponetto, I., Earp, J., & Rodriguez, J. M. (2014). Gamificarea și educația: O analiză a literaturii. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *11*(1), 1-19.
Capraro, M.M. & Jones, M. (2013). Interdisciplinary STEM Project-based learning. În R.M. Capraro, M.M. Capraro & J.R. Morgan (Eds.). *STEM Project-based learning. An integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) approach* (pp. 47-54). Sense Publishers.
Capraro, M.M., Whitfield, J.G., Etchells, M.J., & Capraro, R.M. (2016). *A companion to interdisciplinary STEM Project-Based Learning. For educators by educators*. Sense Publishers.
Carter, C., Barnett, H., Burns, K., Cohen, N., Durall, E., Lordick, D., & Ussher, S. (2021). Defining STEAM approaches for higher education. *European Journal of STEM Education*, 6(1). https://doi.org/10.20897/ejsteme/11354
Catlin, D. (2014). Using peer assessment with educational robots. In: Cao, Y., Väljataga, T., Tang, J., Leung, H., Laanpere, M. (eds.). *New horizons in web based learning* (pp. 57-65). ICWL 2014. Lecture Notes in Computer Science, 8699. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-13296-9_6.
Catterall, L. G. (2017). A brief history of STEM and STEAM from an inadvertent insider. *The STEAM Journal*, *3*(1). https://doi.org/10.5642/steam.20170301.05
Chambers, J., & Carbonaro, M. (2003). Designing, developing, and implementing a course on lego robotics for technology teacher education. *The Journal of Technology and Teacher Education*, *11* (2), 209-241. https://www.learntechlib.org/primary/p/14607/.
Champagne, A. G., Klopher, L. E. & Anderson, J. H. (1980). Factors influencing the learning of classical mechanics. *American Journal of Physics*, *48* (12), 1074-1079. http://dx.doi.org/10.1119/1.12290
Chen, D. (2017). Forward in: Digital tools and solutions for Inquiry-Based STEM learning. *Advances in Educational Technologies and Instructional Design* Book Series. https://doi.org/10.4018/978-1-5225-2525-7 Publisher IGI GLOBAL p. XV.

Ching, Y.-H., Yang, D., Wang, S., Baek, Y., Swanson, S., & Chittoori, B. (2019). Elementary School Student Development of STEM Attitudes and Perceived Learning in a STEM Integrated Robotics Curriculum. *TechTrends*, *63*(5), 590-601. https://dx.doi.org/10.1007/s11528-019-00388-0.

Chu, H.-E., Martin, S. N., & Park, J. (2018). A Theoretical Framework for Developing an Intercultural STEAM program for Australian and Korean students to enhance science teaching and learning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *17*, 1251-1266. https://doi.org/10.1007/s10763-018-9922-y

Ciascai, L. (2006). *Didactica fizicii*. Casa Cărții de Știință.

Ciascai, L. (2022). *Strategii de instruire și evaluare în educație*. Suport de curs. Master Management curricular. Universitatea Babeș-Bolyai.

Ciascai, L., Șuteu, L.D., Cristea, R.M. (2022). *Învățarea în afara clasei*. Suport de curs. Universitatea Babeș-Bolyai.

Ciascai, L., Cristea, R.M., Șuteu, L.D. (2023). *Educația STEM/STEAM/STREAM.* Suport de curs. Master Management curricular. Universitatea Babeș-Bolyai.

Colucci-Gray, L. & Burnard, P. (2020). (Re-)configuring STEAM in future-making education. In P. Burnard & L. Colucci-Gray (Eds.). *Why Science and Arts Creativities Matter* (pp. 1-13). Boston: Brill Sense.

Conradty, C., & Bogner, F.X. (2020). STEAM teaching professional development works: effects on students' creativity and motivation. *Smart Learning Environments*, *7*(26), 1-20. https://doi.org/10.1186/s40561-020-00132-9

Cook, K., Bush, S., Cox Jr., R., & Edelen, D. (2020). Development of elementary teachers' science, technology, engineering, arts, and mathematics planning practices. *School Science and Mathematics*, *120*(4), 197-208.

Costa, A., Ferreira, M. y da Silva, M. (2021). Scientific Literacy: The Conceptual Framework Prevailing over the First Decade of the Twenty-First Century. *Revista Colombiana de Educación*, (81), 195-228. https://doi.org/10.17227/rce.num81-10293

Coteanu, I., & Mareș, L. (Eds.). (2009). *Dicționar explicativ al limbii române*. Editura Univers Enciclopedic.

Dacholfany, M. I., Matiala, T. F., Mokodenseho, S., & Hanum, G. K. (2023). Analyzing the Landscape of Education Management Research: A Bibliometric Analysis of Scholarly Publications on Education Management. *The Eastasouth Journal of Learning and Educations*, *1*(02), 44–53. https://doi.org/10.58812/esle.v1i02.106.

Daugherty, M. K. (2013). The Prospect of an" A" in STEM Education. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, *14*(2). https://www.proquest.com/scholarly-journals/prospect-stem-education/docview/1355453699/se-2?accountid=8013

de Bono, E. (1991). The direct teaching of thinking in education and the CoRT method. In Maclure, S. (Ed.). *Learning to think thinking to learn* (pp. 3-14). Pergamom Press.

de Bruyn, J., & Campenhout, R. (2022). Catching up: an observational study of underserved primary and secondary student mindsets when introduced to educational robotics. *The IAFOR Conference on Educational Research and Innovation: 2022 Official Conference Proceedings*. https://doi.org/10.22492/issn.2435-1202.2022.23

de Jong, T., Sotiriou, S. & Gillet, D. (2014). Innovations in STEM education: The Go-Lab federation of online labs. *Smart Learning Environments*, *1* (1), 1-16 (2014). https://doi.org/10.1186/s40561-014-0003-6

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). De la elemente de proiectare a jocurilor la Gamefulness: Definirea "Gamificării". În *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments* (pp. 9-15).

Dichev, C., & Dicheva, D. (2017, February 20). Gamifying education: what is known, what is believed and what remains uncertain: a critical review. International *Journal of Educational Technology in Higher Education*, *14*(9), 1-36. https://doi.org/10.1186/s41239-017-0042-5

Dragoș, V. & Mih, V. (2015). Scientific literacy in school. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *209*, 167-172. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.273

Drake, S.M., & Burns, R. (2004). *Meeting standards through integrated curriculum.* Association for Supervision & Curriculum Deve.

Duffy, B. (2006). *Supporting creativity and imagination in the early years* (2nd Ed.). Open University Press.

Duran, L.B. & Duran, E. (2004). The 5E instructional model: A learning cycle approach for inquiry-based science teaching. *The Science Education Review*, 3(2), p. 49-58.

Egri, E., Opriș, E.-T. & Zsoldos-Marchis, I. (2022). Experimenting gamification for developing self-regulation skills during mathematical problem solving, *INTED2022 Proceedings* (16th International Technology Education and Development Conference), 10155 – 10162.

Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E Model. A proposed 7E model emphasizes "transfer of learning" and the importance of eliciting prior understanding. *The Science Teacher*. *70* (6), 56-59.

Ejiwale, J. (2013). Barriers to successful implementation of STEM education. *Journal of Education and Learning*, *7*(2) 63-74.

El-Hamamsy, L., Zapata-Cáceres, M., Martin Barroso, E., Mondada, F., Dehler Zufferey J., & Bruno, B. (2022). The competent Computational Thinking test (cCTt): Development and validation of an unplugged Computational

Thinking test for upper primary school, *Journal of Educational Computing Research*, 60 (7), https://doi.org/10.1177/07356331221081753

Elkin, M., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2014). Implementing a robotics curriculum in an early childhood Montessori classroom. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 13, 153-169. http://www.jite.org/documents/Vol13/JITEv13IIPvp153-169Elkin882.pdf

Furtak, E.M., Seidel, T., Iverson, H. & Briggs, D.C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: a meta-analysis. *Review of Educational Research*, 82, 3, 300-329. https://doi.org/10.3102/0034654312457206.

Fusco, E. (2012). *Effective questioning strategies in the classroom: a step-by-step approach to engaged thinking and learning, K-8*. Teachers College Press.

Gauld, C. F. & Hukins, A. A. (1980) Scientific attitudes: A review. *Studies in Science Education*, *7*(1), 129-161. http://dx.doi.org/10.1080/03057268008559877

Gee, J. P. (2003). What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy. *Technology, Pedagogy and Education*, 1(1), 1-4. https://doi.org/10.1145/950566.950595

Gholam, A. (2019). Inquiry-based learning: student teachers' challenges and perceptions. *Journal of Inquiry & Action in Education*, 10(2). https://doi.org/10.23918/ijsses.v10i2p220

Gibbs, G. (1998) *Learning by doing: a guide to teaching and learning methods.* Further Education Unit, Oxford Polytechic.

Gratani, F., Giannandrea, L., Renieri, A., Annessi, M. (2021). Fostering students' problem-solving skills through educational robotics in primary school. In M. Malvezzi, D. Alimisis, & M. Moro (eds). *Education in & with Robotics to Foster 21st-Century Skills*. EDUROBOTICS 2021. Studies in Computational Intelligence, vol 982. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77022-8_1

Gumenykova, T., Blazhko, O., Luhova, T., Troianovska, Y., Meluyk, S., & Riashchenko, O. (2019). Gamification features of STREAM education components with education robotics. *Applied Aspects of Information Technology*, *2*(1), 45–65. https://doi.org/10.15276/aait.02.2019.4

Guthrie, K.L. & McCracken, H. (2010). Reflective pedagogy: Making meaning in experiential based online courses. *The Journal of Educators Online*, *7*(2), 1-21. https://doi.org/10.9743/JEO.2010.2.2

Guvernul României. (2021). *Hotărâre de Guvern privind aprobarea Programului de Implementare a Proiectului România Educată*. https://www.edu.ro/sites/default/files/proiect%20HG%20program%20Romania%20Educata.pdf

Györfi-Deák G., (2017). *Fizica hârtiei. Experimente origami ilustrate cu desenele autorului*. Ediție electronica. Ex Libris.

Henricksen, D. (2018). *The 7 Transdisciplinary Cognitive Skills for Creative Education*. Springer.

Hallermann, S., Larmer, J., & Mergendoller, J. R. (2011). *PBL in the elementary grades*. Buck Institute for Education.

Hammerman, E. (2006). *Essential of Inquiry based Science*. Corwin Press.

Hanney, R., & Savin-Baden, M. (2013). The problem of projects: understanding the theoretical underpinnings of project led PBL. *London Review of Education*, *11*(1), 7-19. http://dx.doi.org/10.1080/14748460.2012.761816

Harlen, W. & Qualter A. (2018). *The Teaching of Science in Primary Schools*, Routledge.

Harris, J., Mishra, P., & Koehler, M. (2009). Teachers' technological pedagogical content knowledge and learning activity types: Curriculum-based technology integration reframed. *Journal of research on technology in education*, *41*(4), 393-416. https://doi.org/10.1080/15391523.2009.10782536.

Henriksen, D. (2018). *The Seven Trnsdiciplinary Cognitive Skills for Creative Education*. Springer.

Holbrook, J. & Rannikmae, M. (2009). The meaning of Scientific Literacy. *International Journal of Environmental & Science Education*, *4*(3), 275-288. https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ884397.pdf

Hrast, Š., & Savec, F. V. (2018). ICT-supported inquiry-based learning. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, *16*(4), 398-403. http://www.slejournal.com/content/1/1/3

Hurd, P. D. (1998). Scientific literacy: New minds for a changing world. *Science Education*, *82*(3), 407–416. https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199806)82:3<407::AID-SCE6>3.0.CO;2-G

Hysa, F. (2014). School Management and Leadership in Education. *Journal of Educational and Social Research*, 4, 303-306. https://doi.org/10.5901/jesr 2014.v4n3p303.

Jeffrey, B. & Woods, P. (1997). The relevance of creative teaching: pupils' views. In A. Pollard, D. Thiessen, & A. Filer (eds) *Children and their Curriculum: The Perspectives of Primary and Elementary School Children* (pp. 15-33). London: Routledge/Falmer.

Karges-Bone, L. (2011). *Educator's Guide to Grants, The: Grant-Writing Tips and Techniques for Schools and Non-Profits*. Lorenz Educational Press.

Kaya, G. & Sardag, M. (2021). Understanding and assessing STEM teachers' use of IBL to address achievement-related diversity: A case study from Turkey. *Journal of Education in Science, Environment and Health (JESEH)*, *7*(4), 283-295. https://doi.org/10.21891/ jeseh.962465.

Kennedy, A. B., & Sankey, H. R. (1898). The thermal efficiency of steam engines. Report of the committee appointed to the council upon the subject of the definition of a standard or standards of thermal efficiency for steam engines: with an introductory note. *Minutes of the Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, 134(1898), 278-312. https://doi.org/10.1680/imotp.1898.19100

Kim, S., Song, K., Lockee, B., & Burton, J. (2018). What Is Gamification in Learning and Education? In S. Kim, K. Song, B. Lockee & J. Burton (Eds.), *Gamification in Learning and Education: Enjoy Learning Like Gaming. Advances in Game-Based Learning* (pp. 25–38). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-47283-6_4

Koehler, M., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Contemporary issues in technology and teacher education*, *9*(1), 60-70. https://www.learntechlib.org/primary/p/29544/.

Kokotsaki, D., Menzies, V., & Wiggins, A. (2016). Project-based learning: A review of the literature. *Improving Schools*, *19*(3), 267-277. https://doi.org/10.1177/1365480216659733

Lammer, L., Lepuschitz, W., Kynigos, C., Giuliano, A., & Girvan, C. (2016). ER4STEM Educational robotics for science, technology, engineering and mathematics. In: Merdan, M., Lepuschitz, W., Koppensteiner, G., Balogh, R. (eds) *Robotics in Education. Advances in Intelligent Systems and Computing* (pp. 95-101), 457. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-42975-5_9

Lathan, J. (n.d.). *Why STEAM is so important to 21st century education*. University of San Diego online. https://onlinedegrees.sandiego.edu/steam-education-in-schools/#history

Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, *84*(1), 71–94. https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200001)84:1<71::AID-SCE6>3.0.CO;2-C

Lighthill, B. (2022). Integrated education. In N. Rezaei (Ed.), *Integrated Education and Learning* (pp. 51-72). Springer.

Lynch, R., Asavisanu, P., Rungrojngarmcharoen, K., & Ye, Y. (2020). Educational Management. *Oxford Research Encyclopedia of Education*. https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190264093.013.701.

Liu, X., Gu, J., & Zhao, L. (2023). Promoting primary school students' creativity via reverse engineering pedagogy in robotics education. *Thinking Skills and Creativity*, *49*, 101339. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101339.

Llevellyn, D.J. (2012). *Teaching high school science through inquiry and argumentation*. Corwin.

Loughran, J. J. (1996). *Developing reflective practice: learning about teaching and learning through modelling*. Routledge Falmer.

Magdaş, I. (2022). *Didactica matematicii pentru învăţământul primar şi preşcolar*. Fundamente teoretice și aplicative. Ediţia a III-a revizuită. Presa Universitară Clujeană.

Magnusson, S.J., Sullivan Palincsar, A., Templin, M. (2006). „Community, culture, and conversation in inquiry-based science instruction". In L. Flick, & N. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and the nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education* (pp. 131-155). Kluwer Academic.

Malița, M. (2008). *Pedagogia Creativității*. București: Editura Didactică și Pedagogică.

Marchiş, I. (2008). Geometry in primary school mathematics. *Educaţia 21*, *6*, 131-139.

Marchiş, I., Ciascai, L., & Costa, V. (2008). Intercultural and Media Education in Teaching Practice: An example of good practice. *Acta Didactica Napocensia*, *1*(2), 69-75.

Marchiş, I. (2009a). Symmetry and interculturality, *Acta Didactica Napocensia*, 2(s1), 57-62.

Marchiş, I. (2009b). Comparative analysis of the mathematics problems given at international tests and at the Romanian national tests. *Acta Didactica Napocensia*, *2*(2), 141-148.

Marchiş, I. (2012). Self-regulated learning and mathematical problem solving. *The New Educational Review*, *27*(1), 195 – 208.

Mayerová, K., & Veselovská, M. (2016). How to teach with LEGO WeDo at primary school. *Robotics in Education*, 55-62. https://doi.org/10.1007/978-3-319-42975-5_5.

Mäeots, M., Siiman, L., Kori, K., Pedaste, M. (2016). Relation between students' reflection levels and their inquiry learning outcomes. 8th International *Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN2016), Barcelona, Spain*. ffhal-01399062f.

Mândruț, O., Catană, L., & Mândruț, M. (2012). *Învățarea centrată pe competențe*. Centrul de Didactică şi Educație Permanentă. Universitatea de Vest Vasile Goldiș.

McGregor, D. (2011). What can reflective practice mean for you . . . and why should you engage in it? In D. McGregor & L. Cartwright (Eds.), *Developing reflective practice. A guide for beginning teachers* (pp. 7-8). Open University Press.

McGuire, L.E., Lay, K., & Peters, J. (2009). Pedagogy of Reflective Writing in Professional Education. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, *9*(1), 93-107. https://doi.org/doi:10.1016/j.sbspro.2015.04.091

MEN (2013). *Programa școlară pentru disciplina Matematică și explorarea mediului. Clasa pregătitoare, clasa I și clasa a II-a*. Anexa nr. 2 la ordinul ministrului educaţiei naţionale nr. 3418/19.03.2013.
MEN (2014). *Programa școlară pentru disciplina Științe ale naturii, clasele a III-a – a IV*-a. Anexa nr. 2 la Ordinul ministrului educației naționale nr. 5003 / 02.12.2014.
MEN (2019). *Curriculum pentru educația timpurie*. https://www.edu.ro/sites/default/files/Curriculum%20ET_2019_aug.pdf
Michel, C., & Prévôt, P. (2009). Knowledge Management Concepts for Training by Project - An Observation of the Case of Project Management Education. In *Proceedings of the International Conference on Knowledge Management and Information Sharing,* 0IC3K, 129-134. https://doi.org/10.5220/0002288701290134.
Miles, S., & Ainscow, M. (Eds.). (2010). *Responding to diversity in schools: An inquiry-based approach.* Routledge.
Mirea, N., Robescu, D., Bogdea, C.F., & Carutasu, G. (2021). Facts and figures about STEM education in Romania. *ICISIL Conference Brasov*.
Moon, J.A. (2004). *A Handbook of Reflective and Experiential Learning*. *Teory and Practice*. RoutledgeFalmer.
Mishra, P., Warr M., & Islam, R. (2023): TPACK in the age of ChatGPT and Generative AI, *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, pp. 1-17. https://www.doi.org/10.1080/21532974.2023.2247480
Morais, M. F., Azevedo, I. (2011). What is a Creative Teacher and What is a Creative Pupil? Perceptions of Teachers. International Conference on Education and Educational Psychology (ICEEPSY 2010). *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 12, pp. 330–339, Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.02.042
Morrison, K. (1989) Bringing progressivism into a critical theory of education. *British Journal of Sociology of Education*, *10*(1), 3–18.
Morze, N., Smyrnova-Trybulska, E., & Gladun, M. (2018). Selected aspects of IBL in STEMeducation. In E. Smyrnova-Trybulska (Ed.), *E-learning and smart learning environment for the preparation of new generation specialists*. E-learning series, volume 10 (pp. 361-379). University of Silesia, Studio Noa.
Northern, S. (2019). The 5 E's of Inquiry-Based Learning. Knowledge quest. *American Association of School Librarians*. https://knowledgequest.aasl.org/the-5-es-of-inquiry-based-learning/
Ntemngwa, C. & Oliver, J.S. (2018). The Implementation of integrated Science Technology, Engineering and Mathematics (STEM) instruction using robotics in the middle school science classroom. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology* (IJEMST), *6*(1), 12-40. https://doi.org/10.18404/ijemst.380617

OECD (2006). *Assessing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006. PISA*, OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/9789264026407-en

OECD (2014). *PISA 2012 Results: What students know and can do (Volume I, Revised edition, February 2014): Student Performance in Mathematics, Reading and Science*, PISA. OECD Publishing. http://dx.doi.org/10.1787/9789264208780-en

OECD (2019). *PISA 2018 assessment and analytical framework*. PISA, OECD Publishing, Paris. https://doi.org/10.1787/b25efab8-en

Ogunkola, B. J. (2013). Scientific literacy: Conceptual overview, importance and strategies for improvement. *Journal of Educational and Social Research, 3*(1), 265-274. https://doi.org/10.5901/jesr.2013.v3n1p265

Opriş, D., & Opriş, M. (2013). *Religia şi educaţia de mâine. Cercetări pedagogice*. Eikon.

Opriş, D. (2014). Kindergarten religious education in Romania. Theoretical issues and perspectives of using the case study. *Educaţia Plus*, special issue, 268-275. http://www.uav.ro/jour/index.php/jpe/article/view/285

Opriş, D. (2019a). *Educaţie şi religie. Analize, reflecţii, provocări*. Presa Universitară Clujeană.

Opriş, D. (2019b). Intercultural education in the primary school education in Romania: ways to achieve and integrate it in curricular documents. Students' perspective. *Journal of Educational Sciences*, 2(40), 28-41. https://doi.org/10.35923/JES.2019.2.03

Opriş, D. (2021). Implications of the industrial revolution for the family and for the family education. *Educatia 21 Journal*, 21, 62-68. https://doi.org/10.24193/ed21.2021.21.06

Petcu-Nicola, N. A., & Opriş, D. (2023). Study on the elements of moral education included in the curriculum documents for preschool education in Romania (2000-2022). *Acta Didactica Napocensia*, 16(2), 40-48. https://doi.org/10.24193/adn.16.2.4.

Park, N., & Ko, Y. (2012). Computer education's teaching-learning methods using educational programming language based on STEAM education. In J. J. Park, A. Zomaya, S.-S. Yeo, & S. Sahni (Eds.). *9th International Conference on Network and Parallel Computing (NPC). Sep 2012 Lecture Notes in Computer Science. LNCS-7513. Network and Parallel Computing* (pp. 320–327). Springer.

Pawlicki, D., & James, C. (2013). *The Insider's Guide to Winning Education Grants*. John Wiley & Sons.

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L., de Jong, T., van Riesen, S.A.N., Kamp, E.T., Manoli, M.M., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning:

Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, *14*, p. 47–61. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003
Perignat, E., & Katz-Buonincontro, J. (2019). STEAM in practice and research: An integrative literature review. *Thinking skills and creativity*, *31*, 31-43. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.10.002
Posamentier, A.S., & Lehmannm I. (2007). *The (Fabouluos) Fibonacci numerbers*. Prometheus Books.
Marc Prensky, (2001) Digital Natives, Digital Immigrants. Part 1. *On the Horizon*, *9*(5), 1-6. http://dx.doi.org/10.1108/10748120110424816
Prinsley, R. & Baranyai, K., (2015). STEM Skills in the Workforce: What do Employers Want? *Occasional Paper Series*, *9*, 1-4. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.12120.60167
Quigley, C.F., Herro, D., & Jamil, F.M. (2017). Developing a conceptual model of STEAM teaching practice. *School Science and Mathematics*, *117*(1-2), 1-12. https://doi.org/10.1111/ssm.12201
Quigley, C.F., Herro, D., King, E., Plank, H. (2020). STEAM Designed and Enacted: Understanding the Process of Design and Implementation of STEAM Curriculum in an Elementary School. *Journal of Science Education and Technology*, *29*, 499–518. https://doi.org/10.1007/s10956-020-09832-w
Rahmania, I. (2021). Project Based Learning (PjBL) Learning Model with STEM Approach in Natural Science Learning for the 21st Century. *Budapest International Research and Critics Institute (BIRCI-Journal) Humanities and Social Sciences*, *4*(1), 1161-1167. https://doi.org/10.33258/birci.v4i1.1727
Rahmi, Y.L., Alberida, H., Astuti, M. Y. (2019). Enhancing students' critical thinking skills through inquiry-based learning model. *Journal of Physics: Conference Series*, *1317*(1), 1-6. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1317/1/012193
Robinson, J., Dusenberry, L., Hutter, L., Lawrence, H., Frazee, A., & Burnett, R. E. (2019). State of the field: Teaching with digital tools in the writing and communication classroom. *Computers and Composition*, *54*(1), 1-19. https://doi.org/10.1016/j.compcom.2019.102511.
Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. & Hemmo, V. (2007). *Science education now*: *A renewed pedagogy for the Future of Europe*. Office for Official Publications of the European Communities.
Ryan, M. (2013). The pedagogical balancing act: teaching reflection in higher education. *Teaching in Higher Education*, *18*(2), 144-155, https://doi.org/10.1080/13562517.2012.694104

Ryan, M. & Ryan, M. (2015). A model for reflection in the pedagogic field of higher education. In M. Ryan (Ed.), *Teaching reflective learning in higher education: A systematic approach using pedagogic patterns* (pp.15-27). Springer International Publishing Switzerland.

Scaradozzi, D., Sorbi, L., Pedale, A., Valzano, M., & Vergine, C. (2015). Teaching robotics at the primary school: An innovative approach. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *174*, 3838-3846. https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2015.01.1122.

Scaradozzi, D., Cesaretti, L., Screpanti, L., & Mangina, E. (2020). Identification of the students learning process during education robotics activities. *Frontiers in Robotics and AI*, 7. https://doi.org/10.3389/frobt.2020.00021.

Serholt, S., Barendregt, W., Vasalou, A., Alves-Oliveira, P., Jones, A., Petisca, S., & Paiva, A. (2016). The case of classroom robots: teachers' deliberations on the ethical tensions. *AI & Society: Knowledge, Culture and Communication*, *32*, 613-631. https://doi.org/10.1007/s00146-016-0667-2.

Smith, O. (2015). There is an art to teaching science in the 21st century. In X. Ge et al. (eds.), *Emerging technologies for STEAM education, educational communications and technology: Issues and innovations (81-92)*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-02573-5_5

Smith, A. (2018). *Project based learning made simple: 100 classroom-ready activities that inspire curiosity, problem solving and self-guided discovery*. Simon and Schuster.

Stanley T. (2018). *Authentic learning. Real-world experiences that build 21st-century skills* (1st ed.). Prufrock Press Inc.

Stanley, T. (2021). *Project based learning for gifted students. A step-by-step guide to PBL and inquiry in the classroom* (2nd ed.). Routledge.

Sternberg, J.R. (2006). The Nature of Creativity. *Creativity Research Journal*, *18*(1), 87–98.

Stobel, J. & van Barnevield, A. (2009). When is PBL more effective? A meta-synthesis of meta-analyses comparing PBL to conventional classrooms. *The Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 3(1), 44-58. https://docs.lib.purdue.edu/ijpbl/vol3/iss1/4/

Sullivan, A., Strawhacker, A. (2021). Screen-free STEAM: Low-cost and hands-on approaches to teaching coding and engineering to young children. In C. Cohrssen, & S. Garvis (eds), *Embedding STEAM in early childhood education and Ccre* (97-113). Palgrave Macmillan, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-65624-9_5

Sung, J., Lee, J.Y. & Chun, H.Y. (2023). Short-term effects of a classroom-based STEAM program using robotic kits on children in South Korea. *International Journal of STEM Education*, *10*(1), 26, 1-18. https://doi.org/10.1186/s40594-023-00417-8

Taofiq, M., Setiadi, D., & Hadiprayitno, G. (2015). Implementasi Model Pembelajaran Inkuiri Dan Problem Based Learning (Pbl). *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, *4*(2), 29–33. https://doi.org/10.29303/jppipa.v4i2.114.

TeachThought Staff (2019). *What is the difference between projects and PBL*? https://www.teachthought.com/project-based-learning/difference-between-doing-projects-and-pbl/

Thaiposri, P., & Wannapiroon, P. (2015). Enhancing students' critical thinking skills through teaching and learning by inquiry-based learning activities using social network and cloud computing. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *174*, 2137 – 2144. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.02.013

Tien, L.T., Rickey, D. & Stacy, A.M. (1999). The M.O.R.E. Thinking Frame: guiding students' thinking in the laboratory, *Journal of College Science Teaching*, *28*(5), 318-324. https://doi.org/10.1021/ed084p175

Timofte, R., & Mâță, L. (2019). Despre educația STEAM. Delimitări conceptuale și exemple. *Revista profesorului*. https://revistaprofesorului.ro/despre-educatia-steam-delimitariconceptuale-si-exemple/

Tran, Y. (2018). Computer programming effects in elementary: Perceptions and career aspirations in STEM. *Technology, Knowledge, and Learning*, *23*(2), 273-299. https://doi.org/10.1007/s10758-018-9358-z.

Ulrich, C. (2016). *Invatarea prin proiecte. Ghid pentru profesori*. Polirom.

van der Graaf, J., Segers, E., & de Jong, T. (2020). Fostering integration of informational texts and virtual labs during inquiry-based learning. *Contemporary Educational Psychology*, *62,* 1-15. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101890

Wallas, G. (1926), *The Art of Thought*. Jonathan Cape.

Welbers, K., Konijn, E. A., Burgers, C., de Vaate, A. B., Eden, A., & Brugman, B. C. (2019). Gamification as a tool for engaging student learning: A field experiment with a gamified app. *E-Learning and Digital Media*, *16*(2), 92-109. https://doi.org/10.1177/2042753018818342

Whalen, K. (2020). The reflective learning framework: A guide for students and educators. https://asp.mcmaster.ca/app/uploads/2021/12/The-Reflective-Learning-Framework.-A-guide-for-students-and-educators.pdf

Woodhead, C. (1995). *Annual Lecture of HM Chief Inspector of Schools*. London. HMSO.

Woods, P. (2002) *Teaching and learning in the new millennium.* In C. Sugrue, C. & C. Day (eds) *Developing Teaching and Teachers: International Research Perspectives* (pp. 73–91). Falmer.

Woods, C. (2020). *Daily STEM. How to create a STEM culture in your classroom & communities.* Code Breaker Inc.

Yaşar, O. (2022). Scientific thinking: A mindset for everyone. In N. Rezaei (Ed.) *Integrated education and learning* (pp. 37-50). Springer.

Yumei, D., Qing-qing, P., Jian-tong, W., Huan, D., & Jia, M. (2017). The practical research on robot curriculum of maker education in primary school. *Science Journal of Business Management*, *5*(3), 105-109. https://doi.org/10.11648/j.sjbm.20170503.13

Yusuf, M., Maulana, I., & Budiarto, M. K. (2022). Implementation of PBL and IBL models assisted by video media to improve critical thinking skills. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, *6*(3). https://doi.org/10.23887/jisd.v6i3.47949

Zaharija, G., Mladenović, S., & Boljat, I. (2015). Use of robots and tangible programming for informal computer science introduction. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *174*, 3878-3884. https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2015.01.1128.

Zapata-Cáceres, M., Martín-Barroso, E., & Román-González, M. (2020). Computational thinking test for beginners: Design and content validation. In 2020 *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON*), 1905–1914. IEEE

Zhang, S., & Wong, G.K.W. (2023). Development and validation of a computational thinking test for lower primary school students. *Educational technology research and development*. https://doi.org/10.1007/s11423-023-10231-2.

Zsoldos-Marchiș, I. (2014a), Self-regulation during pre-service primary school teachers' mathematical problem solving, *Proceedings of the 6th International Conference on Education and New Learning Technologies*, 5503-5509.

Zsoldos-Marchiș, I. (2014b). 10-11 year old pupils' self-regulated learning and problem solving skills, *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 8(1), 33-42.

Zsoldos-Marchis, I. (2020). Gamification of the mathematics course for pre-service preschool and primary school teachers. *Proceedings of the 12th International Conference on Education and New Learning Technologies*, 6787-6794

Zsoldos-Marchiș, I., Opriș, E.-T., & Illyés, M. (2023). Game Experience of Primary and Preschool Pedagogy Students in a Gamified Mathematics Class. *Journal of Research in Higher Education,* 7(2), 67-89. http://dx.doi.org/10.24193/JRHE.2023.2.3

Zsoldos-Marchiș, I. & Bálint-Svella, É. (2023). Development and preliminary testing of the AlgoPaint Unplugged Computational Thinking Assessment for Preschool Education. *Acta Didactica Napocensia*, *16*(1), 32-50, https://doi.org/10.24193/adn.16.1.3

Wragg, E.C. & Brown, G. (2001). *Questioning in the Primary School*. RoutledgeFalmer.
https://view.livresq.com/view/5f32d364d84f7a6a5a6864f0/



Presa Universitară

ISBN: 978-606-37-2193-9